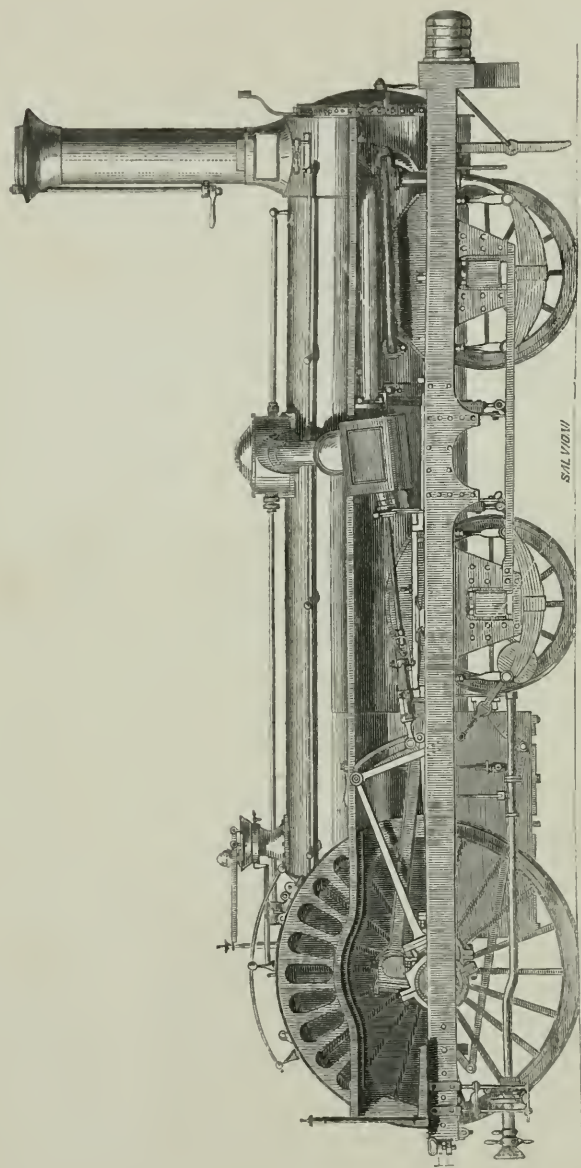
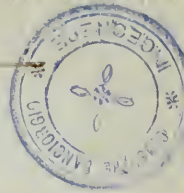
NUOVA BIBLIOTECA

DELL'

INGEGNERE-ARCHITETTO CIVILE

VOLUME IX.

MACCHINA LOCOMOTIVA CRAMPTON

LE
STRADE FERRATE

CONSIDERATE

NEI RAPPORTI TECNICI, AMMINISTRATIVI

E COMMERCIALI

LAVORO

DELL'INGEGN. ANT. CANTALUPI

COMPILATO SULLE OPERE DI BIOT, POLONCEAU, PERDONNET, MICHEL CHEVALIER, SÉGUIN, MINARD, COUPRAY, TEISSERENC, BREES, JOURNAL DES CHEMINS DE FER, ECC., ECC.

MILANO
Tipografia di Domenico Salvi e C.ᵃ
Contrada Larga, N. 4773.

1857-58.

CAPITOLO I.

COSTRUZIONE DELLE STAZIONI

STAZIONI AI PUNTI ESTREMI.

Idee generali. Venne già dimostrata più sopra la necessità di destinare per le stazioni uno spazio bastante, mentre l'esperienza ha provato che laddove si manca di superficie l'esercizio delle ferrovie diventa difficile e costoso.

Ma se è necessario di avere una stazione ampia e conforme ai bisogni, non è meno importante che la disposizione delle diverse parti sia coordinata in modo di ottenere la maggior comodità e prontezza nel servizio. Noi qui cominceremo a considerare le stazioni collocate nei punti estremi di una strada.

Esse devono sempre contenere:

1.° Oltre alle rotaje principali da cui partono e giungono i treni, dei binarj di servizio pei movimenti delle locomotive, delle vetture e dei carri, non che pel loro collocamento nelle rimesse. Il numero di queste rotaje deve essere più o meno abbondante secondo che vi è maggiore o minore attività e secondo la qualità del movimento sulla strada ferrata.

2.° dei locali ad uso degli ufficj per la distribuzione dei viglietti, delle sale d'aspetto, delle stanze di deposito pei bagagli che arrivano e per quelli che partono, ed altri accessorj:

3.° degli edificj destinati ad uso di rimesse delle locomotive e delle vetture;

4.° dei pozzi e serbatoj d'acqua e delle trombe idrauliche per alimentare le macchine locomotive;

5.° nelle grandi linee e nella parte di stazione destinata ai viaggiatori vi sono sempre dei locali per le merci che si trasportano a grande velocità, denominati anche *messaggerie*.

Inoltre molte stazioni contengono eziandio gli ufffcj dell' amministrazione della società e qualche volta le officine di riparazione più o meno estese coi corrispondenti magazzini.

Infine allorquando il servizio delle merci lo necessita, le stazioni estreme comprendono dei grandi edificj ed altre dipendenze adattate a questo servizio, i quali si collocano ordinariamente su di un terreno speciale del tutto separato da quello ove sono i locali destinati al servizio dei viaggiatori; e delle merci che corrono a grande velocità.

Le vetture che conducono i viaggiatori alle stazioni delle ferrovie e che li riconducono sono collocate in qualche località esterna alla stazione. In Inghilterra però e nella maggior parte delle nuove linee costrutte nel continente (Lione, Strasburgo, ecc.) si è destinato nell' interno delle stazioni uno spazio per le vetture che conducono e riconducono i viaggiatori; per cui questi nuovi cortili vengono anch'essi a formar parte della stazione.

È del pari necessario di avere dei cortili di facile accesso pel servizio delle merci che vanno a grande velocità.

Lo spazio occupato dalle rotaje, dagli edificj, dalle tettoje e dai cortili è assai vario ed è in ragione del movimento di ciascuna linea.

Per facilitare la descrizione divideremo le stazioni estreme in due parti, quantunque in effetto non vi sia alcuna linea di demarcazione.

Nella prima parte prenderemo a considerare il servizio dei viaggiatori, il carico delle carrozze di posta, coi cortili e rimesse che ne dipendono immediatamente, ed i fabbricati che contengono gli uffic, le sale d'aspetto, i locali dei bagagli, ecc. In questa parte lungo le ferrovie inglesi e francesi le rotaje principali sono sempre fiancheggiate da marciapiedi.

Nella seconda parte, la quale si troverebbe collocata all'estremo dei marciapiedi, sono disposti i cambiamenti di rotaja, i serbatoj, gli edificj speciali per le rimesse dei vagoni e delle locomotive, le officine, i magazzini, le tettoje e dipendenze necessarie pel servizio delle merci.

Lungo le strade inglesi e francesi, le rotaje fiancheggiate da marciapiedi e destinate pei viaggiatori, tanto se partano quanto se arrivino, sono sempre coperte unitamente alle ruotaje intermedie. Questa pratica in Inghilterra si estende ben anche allo spazio ove dimorano le vetture che conducono o prendono i viaggiatori.

Si ritiene generalmente indispensabile di coprire i marciapiedi e le rotaje intermedie, non solo pel maggior comodo dei viaggiatori, ma eziandio per la conservazione del materiale che si deve lasciare sulle rotaje.

Gli edificj che comprendono le sale d'aspetto sono situati lateralmente alle rotaje e marciapiedi in modo tale che i viaggiatori uscendo dalle sale possono entrare nei vagoni senza esporsi alle ingiurie del tempo.

In Inghilterra le vetture ordinarie depongono quasi sempre i viaggiatori sotto un peristilio che conduce ai locali della stazione per proteggerli dalle intemperie e specialmente dalle pioggie. Questa utile precauzione non venne adottata in Francia: per cui le vetture non hanno alcuna difesa e riesce

quindi disagevole l'accesso ed il ritorno dalle stazioni. — Alla stazione di Parigi della strada dell'Est si è però pensato di costruire una larga tettoja sotto la quale gli *omnibus* e le vetture possono caricare e scaricare al coperto i viaggiatori coi loro bagagli. — Questo sistema dovrebbe essere sempre adottato a meno che non si presentino gravi ostacoli da superarsi.

Alcuni anni sono nel Belgio le rotaje erano di rado coperte, gli edificj delle sale d'aspetto si trovavano sovente lontani dalle rotaje, e siccome le vetture sono assai basse, non si aveva bisogno di marciapiedi. — Recentemente si sono eseguiti dei lavori importanti per migliorare questo stato di cose.

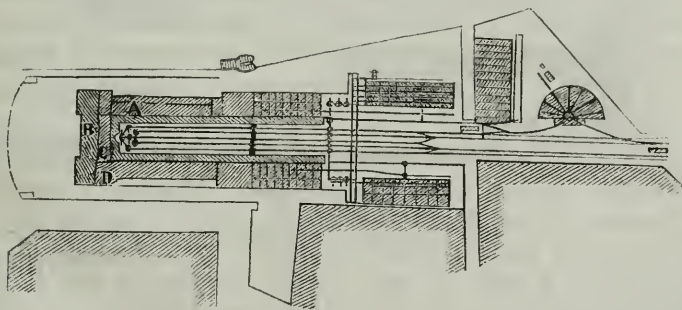
In Germania le rotaje sono fiancheggiate da marciapiedi e coperte, ma le sale d'aspetto sono molte volte separate dai marciapiedi da uno spazio scoperto.

Il servizio delle merci in tutte le nuove stazioni inglesi e francesi si eseguisce in una località del tutto distinta da quella destinata pei viaggiatori.

Le rotaje principali che servono per le merci si diramano ad una piccola distanza dalla stazione, o nella stessa stazione, da quella del servizio dei viaggiatori (stazioni di Birmingham, di Lione, d'Orleans, dell'Est, ecc.)

Gli edificj che comprendono le sale d'aspetto ed i locali per la distribuzione dei viglietti e per la consegna dei bagagli sono qualche volta collocati di fianco alle rotaje (strade d'Orleans, di Versaglia, ecc.), alcune volte all'estremità ed attraverso le stesse rotaje (strade del Nord, di Bristol, ecc.) ed altre volte alla metà delle rotaje (strada di Versaglia sponda destra).

In altri casi, come alla strada dell'Est, le sale d'aspetto e gli ufficj di distribuzione dei viglietti sono posti in fabbricati separati, trovandosi le sale d'aspetto da un lato, i locali dei bagagli dall'altro e gli ufficj nel mezzo. (Vedasi la fig. 1.ª)

Figura 1.ª

Spiegazioni.

A Sale d'aspetto; *B* Vestibolo; *C* Ufficio di dispensa dei viglietti; *D* Bagagli.

Sulla strada da Parigi ad Auteuil le sale di aspetto sono poste superiormente alle ruotaje e sulla strada da Montpellier a Nimes al disotto; ma queste

ultime disposizioni si applicano piuttosto alle stazioni intermedie che alle stazioni estreme, come vedremo in seguito.

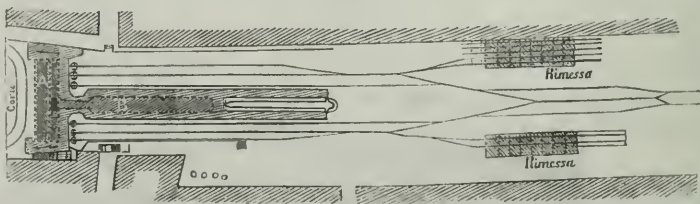
Generalmente i convogli partono dalla medesima rotaja, che si chiama quella di partenza, e giungono altresì su di una stessa rotaja, che si chiama perciò quella d' arrivo.

Queste due rotaje, che trovansi separate da binarj intermedj, sono fiancheggiate da marciapiedi, gli uni per le partenze, gli altri per gli arrivi. Qualche volta le rotaje di partenza e di arrivo sono contigue ad una sola e medesima rotaja incassata, che serve nello stesso tempo di partenza e di arrivo (stazione di Derby e di Huntsbank).

Infine accade eziandio che le medesime rotaje e gli stessi marciapiedi servano alternativamente per la partenza e per l' arrivo (strada di Versaglia sponda destra).

Allorchè i convogli arrivano e partono sempre sulla medesima linea, è d'uopo necessariamente in ciascun viaggio di far passare i vagoni dalla rotaja d'arrivo a quella di partenza. Questo movimento si fa ordinariamente colle locomotive e col mezzo dei cambiamenti di rotaja. Qualche volta eziandio i vagoni passano dall'una all'altra rotaja mediante piatteforme giranti.

Per evitare questo movimento, sulle strade di S. Germano e di Versaglia (sponda destra) ove le partenze hanno luogo qualche volta ogni quarto d'ora, si è adottato il sistema di partire alternativamente or sull'una ed or sull'altra rotaja, costruendo a questo scopo due sale d'aspetto, l'una a ciascun lato delle rotaje; e sulla strada di Versaglia (sponda destra) venne eretto un edificio fra i marciapiedi nel mezzo della stazione. (Vedasi la fig. 2).

Figura 2.ª

Spiegazioni.

A Vestibolo; *B* Sale d'aspetto.

Qualunque sia il modo col quale vengono disposte le sale d'aspetto e gli ufficj, egli è conveniente di collocare lateralmente al luogo di partenza ed a quello di arrivo un cortile chiuso da cancellata.

Il numero, la lunghezza e la disposizione delle rotaje variano coll'attività del servizio, la natura, la forma ed estensione del terreno che si può destinare per la stazione.

Alla stazione da Londra a Douvres (stazione di Londra) ed a quella da Londra a Birmingham (stazione di Birmingham), alla strada del Nord (stazione di Parigi) ed alla strada di Lione, il numero dei binarj fra i marciapiedi è di sei. Le quattro rotaje comprese fra i binarj di partenza e di arrivo, muniti di marciapiedi, sono destinati al servizio delle rimesse. Tutte queste rotaje vanno a terminare in una piattaforma girante.

Posteriormente a questa piattaforma vi è un marciapiede trasversale che congiunge quelli di arrivo e di partenza, e posteriormente al marciapiede, allorchè l'edificio è di fianco, vi è una corte il cui suolo è a livello dello stesso marciapiede.

Questo marciapiede in Inghilterra serve d'ordinario al carico delle carrozze di posta e delle vetture particolari sopra i *trucks* (carri a piattaforma) che si traducono per essere di poi accolti sulle piatteforme giranti o sopra una piccola porzione di rotaja costrutta successivamente alle piatteforme, che penetra nell' interno delle rotaje.

Lo scarico si eseguisce o sullo stesso marciapiede oppure in un altro punto estremo della stazione.

Alla strada d' Orleans (stazione di Parigi) le rotaje situate fra i marciapiedi si limitarono per molto tempo a sole quattro; su questa strada non si avevano adunque che due binarj pel servizio delle rimesse. Ma successivamente anche nella detta stazione i binarj vennero portati al numero di sei.

Sulla stessa strada d' Orleans per molto tempo si trasportarono le carrozze delle diligenze col mezzo di vagoni speciali. Il carico di queste carrozze si eseguiva mediante una rotaja esistente oltre il marciapiede mediante un particolare apparato.

Alla strada dell' Est le rotaje coperte sono cinque, ed il carico e lo scarico delle carrozze di pósta e delle diligenze da trasportarsi sui vagoni speciali, si effettuano sopra rotaje laterali esternamente alla parte coperta. L'amministrazione di questa strada è sul punto di collocare una sesta rotaja restringendo i marciapiedi.

Alla strada di Lione il numero dei binarj coperti è di sei, ed essi si prolungano, come alla strada d'Orleans, in maniera da servire anche alle rimesse.

Alla strada di Versaglia (sponda sinistra) nella vecchia stazione di Parigi attualmente distrutta, il numero delle rotaje non era che di tre, cioè: una di partenza, una d' arrivo, e la terza intermedia pei movimenti delle locomotive.

Alla medesima strada le piatteforme giranti non si trovavano sulla stessa linea retta, ma situate ai vertici di un triangolo, e le rotaje si curvavano all'avvicinarsi delle piatteforme.

Le rotaje delle rimesse si trovavano all' estremità e di fianco ai marciapiedi di partenza. Le piatteforme giranti servivano a far passare i vagoni

dalla rotaja delle rimesse a quella di partenza. Esse servivano eziandio qualche volta al movimento delle locomotive, come verremo qui a spiegare.

Supponiamo un convoglio arrivato nella stazione. Fermati i vagoni, si stacca la macchina, e questa si separa dal tender. Si conduce la macchina sulla piattaforma girante situata all'estremità della rotaja d'arrivo e la si fa passare, col mezzo di un'altra piattaforma girante, sulla rotaja di servizio parallela. In tal maniera la si colloca nella sua posizione normale, vale a dire in testa alla strada; nello stesso modo si fa passare il tender sulla rotaja di servizio e lo si attacca di nuovo posteriormente alla macchina. Ciò effettuato, si ritorna, col mezzo di un cambiamento di rotaja, sul binario d'arrivo, ove la macchina ed il tender si trovano in tal guisa collocati posteriormente al convoglio in luogo di essere in testa. Si attacca la locomotiva al convoglio, il quale lo si fa passare rimorchiandolo sulla rotaja di partenza col mezzo delle rotaje di servizio, cambiamenti di ruotaja e dei binarj obliqui. Si retrocede su questa ruotaja e si giunge in tal modo davanti al marciapiede di partenza. La macchina ed il suo tender abbandonano di nuovo il treno e ritornano coi cambiamenti di rotaja a collocarsi superiormente ad una fossa per accendere il fuoco ed in vicinanza ad una tromba idraulica. Colà si pulisce la macchina, la si ingrassa e la si alimenta d'acqua e di combustibile e la si colloca successivamente sulla rotaja di partenza davanti al treno corrispondente.

Si può altresì far passare i vagoni dalla ruotaja d'arrivo a quella di partenza appena che è giunto il convoglio, spingendo il convoglio stesso in luogo di rimorchiarlo attraverso ai cambiamenti di rotaja, fino al binario di partenza; ma non si può a meno che di far passare in seguito la macchina col suo tender sulla piattaforma girante per farla retrocedere onde alimentarla d'acqua e di combustibile e ricondurla sulla rotaja di partenza in testa al convoglio.

Questo movimento è indispensabile poichè le *macchine devono correre sempre in testa ai convogli tirandoli e giammai spingendoli posteriormente.*

Se le macchine venissero collocate posteriormente ai convogli, il macchinista non potrebbe vedere gli ostacoli che si incontrano alcune volte sulle rotaje e fermarsi a tempo per evitare gli urti. — Il pericolo sarebbe il medesimo quantunque assai diminuito se il tender camminasse davanti alla macchina in luogo di seguirla. *Non è adunque che assai di rado ed in via di eccezione che si deve camminare col tender innanzi.*

Per molto tempo il servizio delle locomotive si è fatto nelle stazioni inglesi ed in molte di quelle francesi nel modo che si è detto. Attualmente però si procede in altro modo.

La macchina non accompagna più il convoglio sino sulla rotaja d'arrivo. Alla distanza di un centinajo di metri dai marciapiedi d'arrivo, i convogli si fermano, i sorveglianti della stazione o i conduttori dei vagoni circolando sopra di un marciapiede speciale, raccolgono i viglietti dai viaggiatori; la mac-

china insieme al suo tender si stacca dal convoglio: essa passa col mezzo dei cambiamenti di rotaja posteriormente allo stesso convoglio che lo spinge fino alla rotaja d'arrivo di fronte ai marciapiedi; poi allorquando i viaggiatori sono discesi, lo conduce sulla rotaja di partenza. Ciò effettuato, si porta sola la macchina col suo tender su di una grande piattaforma girante di circa 12 metri di diametro collocata ad una determinata distanza dalla parte di stazione destinata alla partenza ed all'arrivo dei viaggiatori. Si ritorna subito dopo sopra questa piattaforma senza staccarla dal tender e la si trasporta in vicinanza al pozzo ed al magazzino del coke; da cui, dopo di essere stata alimentata e pulita, ritorna sulla rotaja di partenza collocandosi in testa al convoglio.

Alla strada di Lione la stazione coperta essendo assai lunga, in luogo di usare le piatteforme giranti per liberare la macchina, essa passa col mezzo dei cambiamenti di rotaja sopra un binario di servizio, ed in seguito mediante un altro cambiamento si colloca alla testa del treno; ma vi è sempre il bisogno di far uso delle piatteforme per cambiare la posizione del tender che non deve trovarsi innanzi. Il movimento in questo caso si eseguisce sopra una grande piattaforma esternamente alla stazione coperta, senza staccare il tender.

A rigore basterebbero due rotaje fra i marciapiedi, una per l'arrivo e l'altra per la partenza, allorquando il movimento si eseguisce senza che la macchina entri nello spazio riservato fra i marciapiedi, come ha luogo per le strade di Douvres e di Roano. Ma allorquando le macchine accompagnano i convogli sino alle piatteforme giranti situate alle estremità delle rotaje, è necessario sempre di avere una rotaja di servizio oltre quelle di arrivo e di partenza.

Tale rotaja di servizio ordinariamente è collocata fra i binarj di partenza e di arrivo. Ciò nullameno nella stazione di Basilea questa rotaja è all'esterno. Isolandola in tal modo si ebbe di mira di prevenire gli inconvenienti ai quali si trova esposti attraversando le rotaje per portarsi sui marciapiedi d'arrivo nella corte di partenza, che in questa stazione serve eziandio di corte d'arrivo.

Queste rotaje speciali sono eziandio utili per poter aggiungere le vetture di diverse specie ai convogli di che abbisognassero. Non è adunque che allorquando la larghezza della stazione è assai limitata che si ommette la costruzione di queste rotaje speciali.

Se la stazione è molto lunga, come alla strada da Orleans a Parigi od al Great Western a Bristol, e che le sale d'aspetto trovandosi collocate lateralmente si possa destinare una parte dell'edificio ad uso esclusivo delle rimesse, non è necessario di disporre un gran numero di rotaje speciali fra quelle d'arrivo e di partenza. Laonde abbiamo veduto che nella lunga stazione della strada

da Orleans a Parigi non si avevano dapprima che quattro rotaje fra i marciapiedi, mentre che nelle stazioni più corte delle strade da Londra a Douvres (stazione di Londra) ed in quella di Birmingham (strada da Londra a Birmingham) ne vennero collocate sei.

Se una ferrovia, come quella del Nord, riunisce al servizio principale di una linea importante un servizio locale molto attivo; sei ruotaje e due marciapiedi si ritengono insufficienti. Alla strada del Nord pel servizio distrettuale vennero poste due nuove ruotaje esternamente alla stazione coperta e furono costrutti altri marciapiedi coperti longitudinalmente a queste ruotaje.

Le stazioni assai larghe, qualora si trovano coperte da un'armatura ardita ed elegante come quelle delle stazioni del Nord e dell'Est, assumono un carattere grandioso in armonia all'importanza della strada di cui formano capo: carattere che punto non hanno le stazioni strette e lunghe.

Si è raccomandato specialmente di costruire i marciapiedi larghi, come sono quelli delle stazioni di Birmingham, Orleans, Nord, Lione, ecc.

Abbiamo di già veduto come d'ordinario si colloca alle estremità dei marciapiedi di arrivo e di partenza dei viaggiatori, un ordine di piatteforme giranti. Allorchè queste piatteforme sono in linea retta, come alla strada da Londra a Birmingham, è necessario pel loro collocamento di allontanare sensibilmente le rotaje. Per la qual cosa se le piatteforme hanno soltanto il diametro di $4^{m}25$, la distanza delle rotaje deve essere almeno di 3^{m}. — Questa distanza si può ridurre oppure non aumentarla che debolmente disponendo le piatteforme triangolarmente come alla strada di Versaglia (sponda sinistra).

Si possono infine convergere gli assi di tutte le ruotaje verso il centro di una piattaforma unica come alla strada da Newcastle a Carlisle, ed a quella da Milano a Como.

In questi diversi casi si è costretti di incurvare le ruotaje nell'avvicinarsi della piatteforma, e qualora non si possa far uso che di piatteforme di piccolo diametro, da questa curvatura risulta uno sforzo sensibile per gli uomini che sono obbligati a spingere la locomotiva sulla stessa piattaforma dopo di averla staccata dal tender. Questo inconveniente scompare allorchè le piatteforme giranti sono grandi bastantemente per portare la macchina ed il tender come sono quelle di Vienna e da Newcastle a Carlisle. Ma in tal caso è necessario un apposito personale per girare questa grande piattaforma, mentre collocandola all'esterno della stazione coperta, come alla strada di Lione, può girarsi senza incontrare alcuna spesa addizionale. In quest'ultimo caso la macchina col suo tender se si avanza sotto la tettoja, si stacca dal convoglio per portarsi alla grande piattaforma, come alla strada di Lione, col mezzo di un cambiamento di rotaja o di una rotaja di servizio laterale a quella di arrivo.

Nella stazione di Metz le piatteforme sono alternate od a *quinconce*.

La limitata distanza fra le rotaje (1^m 80) che vi è alla stazione della strada di Versaglia (sponda sinistra) non produce alcun inconveniente, inquantochè la rotaja di mezzo è destinata esclusivamente al servizio delle locomotive, non esistendovi alcun binario intermedio per le rimesse; ma questa distanza sarebbe soverchiamente ristretta se le rotaje dovessero servire anche per le rimesse. In tal caso è necessario che lo spazio fra i binarj sia almeno di 3^m 60 di larghezza onde si possa circolare liberamente fra le vetture per visitarle senza temere il movimento di un convoglio sulle rotaje attigue; ed allorquando si vogliono far girare le vetture sulle piatteforme senza pericolo, come succede nelle stazioni intermedie, questa distanza deve essere portata a 4^m 00.

Nel caso che si collochi un secondo ordine di piatteforme all'altra estremità dei marciapiedi, ovvero un terzo nel mezzo, queste piatteforme non essendo adoperate generalmente che pel movimento delle vetture possono essere di piccolo diametro. E siccome è importante di non interrompere le rotaje principali, così si impiegano sovente in questi casi delle piatteforme a rotaje perpendicolari.

Da qualche tempo sulle nuove linee si usano spesso delle piatteforme nelle quali le spranghe della rotaja principale sono continue. Perciò le rotaje perpendicolari devono necessariamente essere tagliate in modo da lasciar passare l' orlo delle ruote. La superficie del roteggio di queste rotaje si trova ad un livello alquanto più elevato di quello delle spranghe della rotaja principale, di maniera che i veicoli che attraversano quest' ultima rotaja passano sulle spranghe girando sull' orlo o labbro delle ruote.

Si usano eziandio dei carri per trasportare le vetture dall' una all' altra rotaja, ma essi non possono servire al trasporto delle locomotive. Questi carri si dispongono in modo che rimovendoli non si interrompano giammai le rotaje.

Sovente si trascura di collocare delle staffe all'estremità delle stazioni; ciò nullameno esse sono indispensabili, specialmente allorquando le sale d'aspetto si trovano in testa alle rotaje. Alla strada di San Germano prima che venissero collocate le staffe nella stazione di Pecq, una macchina arrivò con tanta velocità che rovesciò il muro della stanza ad uso dell'ufficio di distribuzione dei viglietti che si trovava in testa.

Il collocamento delle staffe non solo è necessario all'estremità della rotaja di arrivo, ma eziandio alle altre, inquantochè potrebbe accadere che una macchina abbandonata col regolatore chiuso imperfettamente, camminasse nell' una o nell' altra direzione secondo la posizione della leva d' abbracciamento.

Avendo terminata la descrizione della parte anteriore delle stazioni estreme, ed esposto il modo col quale si eseguisce il movimento tanto allorquando

arrivano i convogli quanto allorchè partono, presenteremo ora alcune osservazioni sulle diverse disposizioni dei movimenti di cui abbiamo parlato.

Confronto delle diverse disposizioni. — Abbiamo detto che gli edificj delle sale d'aspetto, l'ufficio di distribuzione dei viglietti ed i locali dei bagagli vengono collocati ora di fianco alla rotaja di partenza, ed ora in testa, e che alcune volte si trovano soltanto le sale d'aspetto lateralmente alle rotaje, mentre l'ufficio della distribuzione de' viglietti ed i locali dei bagagli si trovano in testa. Vi è un solo caso, alla strada di Versaglia (sponda destra), ove le sale d'aspetto sono poste nel mezzo della stazione.

Queste diverse disposizioni degli edificj destinati alle sale d'aspetto ed ai bagagli presentano dei vantaggi e degli inconvenienti di cui qui daremo ragione.

Allorquando la disposizione degli edificj non è vincolata alla forma ed all'estensione del terreno, l'ingegnere o l'architetto prima di determinare la sua scelta dovrà fare le seguenti considerazioni.

Trovandosi gli edificj collocati di fianco, si può sfogare immediatamente dalle sale d'aspetto ai marciapiedi di partenza, un gran numero di persone, ciò che è di somma importanza nei giorni di concorso. I viaggiatori si recano più direttamente dalle sale ai vagoni, e la divisione in classi si fa assai più facilmente, con un maggior ordine di quello che accade allorquando le sale si trovano all'estremo. Questa disposizione permette eziandio di collocare gli uffici dei bagagli possibilmente vicini ai vagoni ove si caricano, i quali si trovano sempre all'estremo dei convogli, vantaggio che è da calcolarsi specialmente per le linee di primo ordine, ove la massa dei bagagli raggiunge in alcune epoche dell'anno un'estensione tale di cui non si può formare un'idea.

Il principale vantaggio degli edificj collocati di fianco è dunque quello di facilitare il servizio e di diminuire per conseguenza le spese di esercizio.

Con una tale disposizione si può eziandio avere la possibilità di prolungare gli edificj onde servire nuove strade ferrate che venissero a congiungersi colla prima linea esercitata. Fu in tal modo che a Manchester si è potuto costruire un edificio di 150^{m} di lunghezza che contiene gli afficj, e le sale d'aspetto di tre ferrovie, il cui servizio è distinto, cioè nelle strade da Manchester a Birmingham, da Manchester a Sheffield, e da Manchester ad Ashton under Lyme. Le tre strade hanno la medesima rotaja di partenza.

In caso di necessità si può infine prolungare la strada ferrata senza essere costretti a demolire gli edificj. Alla strada ferrata di Bristol si dovette abbattere un edificio assai costoso per continuare la strada dal lato di Exeter.

Ma la costruzione di fianco presenta pure alcuni inconvenienti.

I principali sono quelli di impegnare in una doppia facciata, l'una in testa alla strada, l'altra di fianco, come ebbe luogo alla strada d'Orleans, e da Londra

a Birmingham, ove l'accesso è situato di fianco; di non poter collocare convenientemente nuove ruotaje di fianco alle vecchie per la formazione di altri coperti ed infine di essere costretti a far partire i viaggiatori sempre dal medesimo marciapiede.

Veramente a quest'ultimo difetto si rimedia disponendo i marciapiedi nel modo stato adottato alle stazioni di Huntsbank e di Derby. Ma tale disposizione non si può praticare che in alcuni luoghi. — Laonde non si sarebbe potuta adottare alla ferrovia di Versaglia, ove i convogli alcune volte sono composti di 30 vagoni i quali occupano 200^m di lunghezza, ed ove sarebbe impossibile di dare 400^m di sviluppo ai marciapiedi di partenza e di arrivo, situati gli uni successivamente agli altri.

L'edificio delle sale d'aspetto e quello per la distribuzione dei viglietti si collocarono lateralmente: alla strada da Londra a Birmingham (stazioni di Londra e di Birmingham), alla strada di Douvres (stazioni di Bricklayers) ed alle strade di Lione e d'Orleans (stazioni di Parigi).

Sono collocate in testa: alla strada di Bristol (stazione di Londra), alla strada di Douvres (stazione di Londra), alla strada del Nord (stazione di Parigi) alla strada di San Germano (stazione di Parigi), alla strada di Versaglia (sponda sinistra — stazione di Parigi).

Alla strada del Nord si sarebbe compilato un progetto per collocare di fianco le sale d'aspetto che attualmente si trovano in testa.

In generale allorquando l' edificio si trova situato longitudinalmente ai marciapiedi di partenza, si usa di praticare l'ingresso agli ufficj nella facciata opposta a quella che fiancheggia le rotaje (strade d'Orleans, Londra Birmingham, Lione). Ciò nullameno trovandosi l'edificio lateralmente ai marciapiedi, alcune volte si entra negli ufficj ad una delle estremità (stazione di Versaglia). Alla strada da Londra a Douvres (stazione di Brickalyers) si entra pure ad un estremo, come alla strada di Versaglia, allorchè l'affluenza dei viaggiatori non è straordinaria; ma nei giorni feriali si aprono due porte, l'una all'estremità pei viaggiatori di prima classe, l'altra di fianco per quelli di seconda classe.

Sopprimendo interamente di ammettere il pubblico di fianco, come si è fatto alle strade di Versaglia e dell'Est, si evita la doppia facciata, ma si toglie il vantaggio di preservare i viaggiatori dalla pioggia col mezzo di quelle gallerie coperte che fronteggiano gli edificj nella maggior parte delle strade inglesi, per cui è d'uopo destinare una porzione interna dell'edificio ad uno spazioso vestibolo.

Il collocamento dell'ufficio dei viglietti in testa alla stazione presenta d'altra parte un inconveniente molto più grave. Le stanze di deposito dei bagagli dovendo essere vicine al detto ufficio, riescono poi ad una grande distanza dai vagoni dei bagagli, i quali si collocano sempre in testa tra il tender ed i vagoni dei viaggiatori. I bagagli sono allora trasportati nei vagoni col mezzo di

carrette che devono camminare lungo i marciapiedi di partenza. In caso diverso è d'uopo condurre sulle ruotaje il vagone dei bagagli all'estremo della stazione per caricarlo e ricondurlo in seguito alla testa del convoglio.

Tanto nell'uno quanto nell'altro caso il movimento è lungo e costoso; nel primo le carrette percorrendo i marciapiedi nel momento stesso della partenza impediscono la circolazione dei viaggiatori; nel secondo caso si è costretti di destinare al servizio speciale dei bagagli una rotaja che potrebbe essere assai utile per le rimesse. Alla strada dell'Est i bagagli non possono mai essere caricati tutti direttamente nel vagone condotto espressamente in testa alla stazione, ma si è costretti di trasportarne una parte considerevole col mezzo di carrette percorrendo tutta la lunghezza dei marciapiedi. Il capo-stazione ha calcolato che ciascun uomo che viene impiegato nel tradurre le carrette percorre giornalmente da 25 a 30 chilometri.

Collocando l'edificio delle sale d'aspetto nel mezzo della stazione, come si è praticato alla strada di ferro di Versaglia (sponda destra), si ebbe di vista di procurare il mezzo di poter partire ed arrivare successivamente sulle medesime rotaje laterali ai due marciapiedi che fronteggiano l'edificio e di evitare in tal modo la perdita di tempo che esige il movimento per far passare ciascun convoglio dalla rotaja d'arrivo a quella di partenza.

Senza dubbio questa disposizione è assai ingegnosa essendosene ricavato un felice partito, ma non va esente di alcuni difetti.

L'edificio delle sale d'aspetto dividendo in tal maniera la stazione in due parti distinte, e per così dire indipendente l'una dall'altra, la sorveglianza del capo-stazione si trova divisa, ed il servizio riesce perciò faticoso; di più è d'uopo di avere un gran numero di rotaje, poichè da ciascun lato dell'edificio vi deve essere una rotaja di servizio per le locomotive, oltre di che la stazione deve occupare maggior superficie di terreno.

Alcune volte senza dubbio può essere utile sopra qualche strada, od in una determinata giornata in cui le partenze hanno luogo ogni mezz'ora, di non essere obbligati di cambiare i vagoni dalle ruotaje al momento dell'arrivo; ma questo caso si presenta assai di rado, e d'altronde si ottiene il medesimo scopo ed in un modo forse più soddisfacente collocando l'edificio in testa.

Se si confrontano fra loro i sistemi più sopra descritti pel movimento delle locomotive all'arrivo dei treni, si trova che è da preferirsi quello col quale si raccolgono i viglietti prima di entrare nella stazione, e di spingere i convogli in modo di non lasciare giammai penetrare le locomotive nello spazio riservato fra i marciapiedi, in quanto che ciò facilita il controllo dei viglietti, procura l'economia di una rotaja di servizio per le macchine nella stazione, e permette sempre di poter girare la macchina congiunta senza staccarla dal tender su di una grande piattaforma girante meglio situata al di là dei marciapiedi, anzichè all'estremità delle ruotaje.

Tuttavia l'antico sistema presenta il vantaggio di non obbligare i convogli a fermarsi all'ingresso delle stazioni. Laonde esso venne conservato sulle strade di lunghezza limitata ed anche sulle grandi linee, ove ciascun minuto è prezioso. Alla strada del Nord si raccolgono i viglietti uscendo dalla stazione; invece alla strada di Lione si raccolgono all'ultima stazione. Quest'ultimo sistema impedisce qualunque frode. Alla strada di Strasburgo sul principio i convogli diretti entravano sotto la tettoja colla macchina, ed i viglietti venivano raccolti nell'uscire dalla stazione; ciò non presentava alcun inconveniente, inquantochè i convogli non contenevano che dei viaggiatori di prima classe.

Seguito delle disposizioni generali. — Non rimarrà ora che a parlare della disposizione generale della parte di stazione che si trova oltre l'estremità dei marciapiedi e della tettoja, riservandoci di intrattenerci della distribuzione interna degli edificj, delle sale d'aspetto e dei locali di servizio, dopo di aver trattato sull'insieme generale delle stazioni.

Abbiamo già detto che in questa seconda parte di stazione si trovano sempre i cambiamenti di rotaja, le rimesse delle locomotive e, se non in tutto, almeno in parte, le rimesse dei vagoni, i magazzini del coke, i pozzi colle trombe idrauliche ed alcune volte le officine di riparazione, più o meno vaste, ed i locali pel servizio delle merci.

I cambiamenti di rotaja in una strada a due binarj devono essere collocati in modo che i convogli che camminano sopra una medesima rotaja, nella stessa direzione, non incontrino giammai la punta di diramazione, in conseguenza di che non devono poter entrare nel cambiamento di rotaja che rinculando. Ciò nullameno questa regola non venne sempre adottata, sia per essere stati costretti a deviare dalla natura del servizio, sia per non avervi data la dovuta importanza, anche pel motivo che i convogli non devono camminare nelle stazioni estreme che a piccola velocità, e per conseguenza possono cambiare di rotaja senza pericolo.

La regola che abbiamo indicata non può adunque applicarsi in tutti i casi, ma soltanto alle strade ad una sola rotaja.

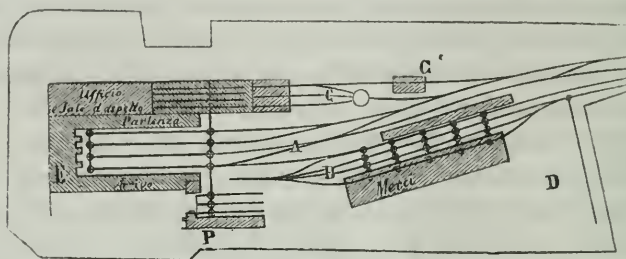
Si raccomanda soprattutto di far entrare sempre nelle stazioni i convogli delle merci a ritroso, come si è praticato alla strada di Strasburgo, anzichè direttamente come si è fatto alla strada del Nord e di Lione. Il movimento di questi convogli riesce bensì più difficile, ma il servizio è meno pericoloso.

Le rotaje d'arrivo e di partenza devono essere riunite col mezzo di un cambiamento di rotaja. I binarj delle rimesse devono eziandio comunicare direttamente o indirettamente colle rotaje di partenza e d'arrivo mediante cambiamenti di rotaja.

Per diminuire possibilmente l'estensione e la complicazione delle rotaje si usano opportunamente i cambiamenti di rotaja a tre punte, stati descritti nel primo volume.

Le rotaje e gli edificj destinati al servizio dei viaggiatori e delle merci, alle officine e luoghi di alimentazione ed al pulimento delle locomotive, devono formare possibilmente nelle stazioni dei corpi del tutto distinti.

A tale riguardo presentiamo nella fig. 3.ª come un modello di semplicità la stazione estrema di Bricklayers sulla strada di Douvres.

Figura 3.ª

Spiegazioni.

A Rotaje in servizio dei viaggiatori; *B* Rotaje in servizio delle merci; *C* Rotaje in servizio delle rimesse; *C'*, magazzino del coke; *D* Ruotaje per l'imbarco e sbarco dei bestiami; *E* Imbarcadèro delle carrozze di posta; *P* Sbarco delle carrozze di posta.

Il gruppo di rotaje *A* è destinato unicamente al servizio dei viaggiatori, le rotaje *B* al servizio delle merci, ed infine i binarj *C* al servizio delle rimesse, luoghi d'alimentazione e pulimento delle locomotive. In questa stazione non vi sono officine; le macchine da ripararsi sono condotte alle officine di Newcross, che si trova ad una piccola distanza da Bricklayers.

Le rimesse delle locomotive, come pure le officine, allorchè la scelta è libera, devono collocarsi preferibilmente dal lato ove trovasi la rotaja di partenza, che è meno pericolosa da attraversarsi, anzichè a quella d'arrivo, pel motivo che le macchine si presentano meno inopinatamente che su quest'ultima. È inoltre opportuno di riunirle possibilmente onde evitare il passaggio troppo frequente attraverso alle rotaje principali.

Alla strada dell' Est in Francia venne costrutta una rimessa di locomotive in vicinanza alla stazione dei viaggiatori, ed una seconda alla distanza di un chilometro nella stazione delle merci. In giornata si abbandona la prima per concentrare il servizio nella seconda.

È necessario che i grandi serbatoj d'acqua per l'alimentazione delle locomotive siano posti in comunicazione con tutte le parti dell'edificio onde poter utilizzare dell'acqua istantaneamente in caso d' incendio.

Edificj pei viaggiatori. — Finora non abbiamo considerato le stazioni estreme che nel loro complesso; ora ne esamineremo i particolari. In qualunque stazione si deve sempre trovare:

Un vestibolo più o meno vasto.

Due ufficj per la distribuzione dei viglietti pei viaggiatori.

Un ufficio per la consegna dei bagagli ed una stanza di servizio pei bagagli stessi.

Uno o più locali ad uso degli impiegati di finanza.

Un ufficio per la consegna delle merci denominate *messaggerie* (merci trasportate coi viaggiatori e coi treni a grande velocità), ed un locale per deporle.

Una stanza di deposito delle merci che arrivano, ed un ufficio per la loro distribuzione.

Un ufficio per riclamare gli oggetti perduti ed un locale per riporli.

Un ufficio di corrispondenza.

Un locale pel telegrafo.

Un locale pel servizio della posta.

Una o più sale d'aspetto, più o meno vaste, colle relative dipendenze.

Delle sale od ufficj pel capo-stazione, pel sottocapo, pei guardiani, persone di servizio, ecc.

Un corpo di guardia.

Un locale pel medico.

Un altro pel commissario di polizia (quando ciò sia necessario).

Un locale per l'illuminazione.

Pisciatoj e latrine.

Un locale per gli effetti che i viaggiatori trasportano con sè nei vagoni, come sono ombrelle, mantelli, ecc.

Molte volte si trovano inoltre:

Gli ufficj dell'amministrazione, compresi quelli dell'ingegnere in capo.

Le stanze d'alloggio del direttore dell'esercizio e quelle di alcuni impiegati superiori, come sono: il capo del movimento, il capo-stazione, ecc.

Un alloggio pel capo degli impiegati di finanza.

Molte volte un caffè.

I vestiboli che precedono gli ufficj di distribuzione dei viglietti, devono essere assai vasti per contenere il maggior numero dei viaggiatori che vi si trovano in un solo momento, a meno non vi siano delle gallerie.

Le dimensioni del vestibolo della strada di Versaglia (sponda destra 336 metri quadrati) soddisfano bastantemente a queste condizioni. Il vestibolo della

stazione di S. Lazzaro che ha 380 metri quadrati è bastante per le tre strade che vi hanno capo, cioè di S. Germano, Versaglia (sponda destra) e Roano. — Il vestibolo della strada ferrata del Nord, che ha 520 metri quadrati di superficie, dedotta la parte destinata per l'uscita dei viaggiatori; e quello della strada da Strasburgo a Parigi che è di 434 metri quadrati, sembrano grandi sufficientemente per le linee di primo ordine. Quello della strada di Lione però è più grande ancora, essendo di 630 metri quadrati.

Allorchè al vestibolo si può aggiungere un peristilio all'esterno, la superficie di questo può calcolarsi insieme alla superficie di quello.

Se la stazione si trova a livello del terreno o in abbassamento, come quella della strada d' Orleans a Parigi e quella della strada da Londra a Birmingham, gli ufficj di distribuzione dei viglietti e le sale d'aspetto si collocano al piano terreno. Se al contrario la stazione è in rialzo, come alle strade dell' Ovest, di S. Germano, di Versaglia (sponda destra), e di Roano, stazioni di Parigi, oppure al Great Western railway, stazione di Bristol, gli ufficj si trovano ordinariamente al piano terreno, ma le sale d'aspetto sono al primo piano. Ciò nullameno alla strada da Nimes a Montpellier gli ufficj e le sale d'aspetto della stazione di Nimes, benchè essa si trovi in elevazione, sono al piano terreno.

Trovandosi gli ufficj al medesimo livello delle sale d'aspetto, si collocano i primi ordinariamente nel mezzo, e le sale d'aspetto e i locali dei bagagli lateralmente a destra ed a sinistra degli ufficj (strade d'Orleans, dell'Est, del Nord, da Londra a Birmingham, strada da Milano a Como, stazione della strada Leopolda a Firenze).

Alle strade di Versaglia ed a quella da Londra a Douvres (stazione di Brickiayers) gli ufficj sono collocati all'estremità del fabbricato e le sale d'aspetto in vicinanza ai marciapiedi di partenza.

Più sopra abbiamo di già indicati i vantaggi e gli inconvenienti di questa disposizione.

In Inghilterra non solo i viaggiatori delle diverse classi prendono i loro viglietti ad ufficj distinti, ma eziandio entrano da diverse porte nel vestibolo degli ufficj, e le sale d'aspetto si trovano ad un piano superiore; essi vi salgono da diverse scale e non si incontrano più che all'uscita della stazione d'arrivo.

In Francia ed in Italia, ove le abitudini sono meno aristocratiche, i viglietti pei posti di 1.ª, 2.ª e 3.ª classe si distribuiscono sovente da un sol ufficio, ed allorquando le sale d'aspetto non si trovano al medesimo piano cogli ufficj, la stessa scala serve per tutte le classi. La divisione non ha luogo che nelle sale d'aspetto.

Nella maggior parte delle strade inglesi gli impiegati che distribuiscono i viglietti non si trovano separati dal pubblico che da un banco arrotondato

le cui estremità si appoggiano ai muri dell'ufficio, ovvero da una tavola rettangolare che abbraccia una parte più o meno grande del locale d' ufficio.

Nelle strade francesi ed italiane essi sono contenuti in una specie di gabbia a vetri o a griglie ordinariamente addossata al muro anteriore.

Alla strada da Londra a Birmingham sul banco arrotondato si trova un tavolato nel quale vi sono diverse finestrelle da cui vengono distribuiti i viglietti.

Sulle grandi linee è necessario che nei giorni di festa si possano distribuire i viglietti da diversi sportelli nel medesimo tempo.

La stanza d'ufficio per la distribuzione dei viglietti alla strada di Strasburgo ha la superficie di 25 metri, ed a quella di Lione di 95 metri.

L'ufficio di consegna dei bagagli e la stanza di deposito per quelli che partono devono essere vicini all'ufficio di distribuzione dei viglietti. — Alla strada ferrata da Basilea a Strasburgo la distanza che vi è tra l'ufficio dei bagagli e quello dei viglietti nelle vecchie stazioni nuoce moltissimo al servizio. — Si è raccomandato eziandio di collocare possibilmente l' ufficio di ricevimento dei bagagli fra la distribuzione dei viglietti e le sale d'aspetto, affinchè i viaggiatori dopo di aver presi i viglietti non siano obbligati di retrocedere per recarsi all'ufficio dei bagagli.

Ciò nullameno, questa disposizione presenta un nuovo inconveniente. I facchini che portano i bagagli agli ufficj incomodano assaissimo la circolazione dei viaggiatori.

Per facilitare il trasporto dei bagagli dalla stanza ove sono deposti essa deve trovarsi possibilmente vicina alla testa dei convogli in cui si colloca il vagone dei bagagli.

Questa condizione viene soddisfatta più facilmente, come abbiamo più sopra indicato, allorquando l'edificio delle sale d'aspetto si trova collocato lateralmente anzichè in testa alla stazione.

Per lo stesso motivo le stanze di deposito e di ispezione dei bagagli d'arrivo vanno collocate nell'edificio eretto lateralmente al marciapiede d'arrivo. Una barriera costrutta attraverso al marciapiede fra il vagone dei bagagli e quelli dei viaggiatori permette di poter trasportare i bagagli dal vagone nei locali senza arrecare il minimo disagio ai viaggiatori che arrivano.

I locali dei bagagli devono essere possibilmente vasti affinchè la manipolazione si eseguisca comodamente. Alcune volte le partenze dei treni sono così vicine che obbliga a manipolare ed a trasportare i bagagli nel medesimo momento. Se tutti i bagagli dovessero deporsi nello stesso tempo nei locali, bisognerebbe assegnare a questi una enorme superficie; ma ordinariamente si ricevono e si caricano nel vagone dei bagagli, appena essi sono stati pesati, dimodochè una parte soltanto vi resta in deposito. Si procede in tal maniera nell'ufficio dei bagagli della strada di Strasburgo, e si ottiene un lodevole

servizio quantunque la sua superficie sia limitata a 186 metri quadrati circa, e i banchi di ricevimento non abbiano che la lunghezza di 34 metri. La quantità massima dei bagagli caricati nei due treni che si seguono ad ogni mezz'ora di tempo su questa strada è di 400. Le dimensioni del locale dei bagagli che partono sulla strada di Lione meglio soddisfano alle esigenze del servizio di una grande linea. Questo locale ha la superficie di 580 metri.

Le stanze destinate pei bagagli che arrivano e quelle specialmente ove si eseguisce l'ispezione finanziaria devono essere più grandi di quelle pei bagagli che partono. La stanza d'ispezione è ordinariamente divisa longitudinalmente in due parti da due tavole paralelle che si estendono dall'uno all'altro estremo; queste tavole sono discoste l'una dall'altra da $0^m 75$ ad $1^m 00$; i facchini depongono gli effetti su quella collocata di fianco al marciapiede d'arrivo. Al momento dell' ispezione si fanno scorrere gli effetti sulla seconda tavola davanti al viaggiatore ed all' impiegato di finanza.

Alla strada di Lione la superficie del locale d'arrivo è di 714 metri; alla strada da Strasburgo di 544 metri. Quest'ultima è insufficiente.

Gli uffícj per la consegna delle merci celeri denominate *messaggerie* e le stanze di deposito per la partenza o per l'arrivo sono ordinariamente del tutto separati dagli uffícj dei bagagli. Essi vengono collocati all'estremità superiore della stazione. Le loro dimensioni variano secondo l'importanza del servizio.

Gli uffícj per riclamare gli oggetti perduti, ed i locali di deposito di questi oggetti, sono collocati in un punto qualunque della stazione, ma facilmente accessibili al pubblico.

Le sale d'aspetto si suddividono in

Sale d'aspetto di I, II e III classe.

Gabinetti per le signore con accessorj.

Alcune volte per gli alti personaggi si trova una sala od un locale distinto onde poterli far ascendere facilmente nelle vetture speciali (strada di Versaglia).

Alla strada da Londra a Birmingham ed a quella di Bristol si sono destinate delle sale speciali per la regina e per il seguito, ed alla strada del Nord havvene per la famiglia imperiale.

In Inghilterra le sale d'aspetto di prima classe sono sempre separate da quelle di seconda e terza classe mediante muri o tavolati. I viaggiatori di seconda e terza classe sono alcune volte confusi gli uni cogli altri in una medesima sala ed alcune volte separati.

In Francia su qualche strada (strada di Versaglia) tutti i viaggiatori sono riuniti in una sola sala e le diverse classi non si trovano divise che da semplici barriere.

Sopra altre linee, come alle strade di Lione e dell'Est, a queste barriere vennero sostituiti dei tavolati di chiudimento alti da 1^m a $2^m 00$; ed infine sopra altre strade le sale sono interamente distinte come in Inghilterra.

In Inghilterra le sale d'aspetto sono piccole e sovente possono appena contenere i viaggiatori di un convoglio; viceversa i marciapiedi della stazione sono assai larghi e sempre coperti. Allorchè i viaggiatori non sono numerosi, è lecito ai medesimi di passeggiare e di esaminare la strada sino al momento della partenza ovvero di entrare nelle vetture, le cui porte si trovano aperte. Se al contrario vi è molta gente, si invitano ad ascendere nelle vetture dieci minuti prima.

Sovente si limita lo spazio mediante barriere nel quale i viaggiatori possono passeggiare sui marciapiedi, ed in tal modo si impedisce di incomodare gli impiegati nelle loro funzioni.

In Italia ed in Francia i viaggiatori si trattengono nelle sale d'aspetto, le cui dimensioni sono calcolate in modo che possano contenere quelli di due convogli fra i più carichi che si conducono, e tutti i viaggiatori di una stessa classe escono alla loro volta da queste sale.

Fra i due metodi adottati per far salire i viaggiatori nei convogli quello inglese sembra preferibile.

Quei magnifici marciapiedi sui quali passeggia piacevolmente la folla dei viaggiatori, quelle porte sempre aperte al pubblico, quelle numerose rotaje colle loro locomotive che si fermano come per incanto nelle stazioni, allorchè sembrano spinte da una forza indomabile, sono veramente un magnifico spettacolo che dà una giusta idea della possanza e del liberalismo delle società che hanno dato al loro paese quei meravigliosi strumenti di lavoro. I viaggiatori che entrano liberamente nella stazione in ogni tempo si famigliarizzano colle macchine prendendole a considerare; coll'ammirarle cessa il timore, ed è in tal modo che le strade ferrate diventarono popolari.

Viceversa obbligando i viaggiatori che attendono i convogli a rimanere nelle sale, ove in molti luoghi non penetra la luce che dalla soffitta, le società sembrano dubitare della loro forza e non confidano che nei muri più elevati per far rispettare la loro proprietà. Sembra che esse vogliano nascondere a tutti gli sguardi quei motori che infatti non si temono che da coloro che non li conoscono.

Noi consigliamo adunque di adottare il sistema inglese sulle nostre strade, soggiungendo che molte volte accade di trovarsi la folla rinchiusa nelle sale d'aspetto assai impaziente pel ritardo di un qualche convoglio, impazienza che in molte circostanze cessò immediatamente coll'aprire le porte che conducevano ai marciapiedi.

Egli è importante che le sale d'aspetto siano ben ventilate, poichè è in estate specialmente che esse si empiono.

Alle strade di S. Germano e di Versaglia (sponda destra) si sono collocate le finestre molto elevate, affinchè non siano aperte dal pubblico impaziente di attendere l'ora di partenza.

Le sale d'aspetto illuminate in questo modo diventano assai melanconiche; per la qual cosa è meglio dare una maggior luce anche col pericolo di trovare i vetri spezzati.

D'altra parte si possono collocare le finestre dal lato opposto in cui si trova la strada, come si è praticato nella stazione della strada di Versaglia (sponda sinistra). Quelle finestre insieme ad alcune porte guardano in un giardino, il quale durante il bel tempo serve in sussidio alle sale d'aspetto.

Le sale d'aspetto si possono inoltre ventilare artificialmente.

Infine per non rendere incomoda la circolazione è essenziale di non collocare lateralmente alla strada che delle imposte scorrenti nell'interno dei muri.

Le dimensioni delle sale d'aspetto devono corrispondere al numero dei viaggiatori delle diverse classi che partono per ciascun convoglio. Allorchè il servizio viene effettuato col sistema adottato in Italia ed in Francia, ciascuna sala d'aspetto deve essere capace di contenere facilmente almeno due volte il numero dei viaggiatori a cui dovrebbe servire.

Il rapporto fra il numero dei viaggiatori delle diverse classi sulle diverse strade di ferro varia fra limiti assai estesi.

La superficie delle sale d'aspetto per le tre classi di viaggiatori è:

Alla strada	dell' Est	met. quad.	485
»	» di Lione	»	415
»	» del Nord	»	365
»	» d'Orleans	»	310

Il movimento medio giornaliero dei viaggiatori nella stazione di Parigi per la strada di Strasburgo, è di quelli che partono N. 1450, di quelli che arrivano 1527.

Il numero massimo dei viaggiatori che si presentano nello stesso tempo per la partenza è di 1005.

Per determinare la superficie da darsi alle sale che servono ai viaggiatori delle diverse classi, è d'uopo di avvertire che tale superficie non deve essere in una proporzione esatta col rapporto medio dei viaggiatori presunto per ciascuna delle tre classi. Questo rapporto non è sempre costante, ma varia nelle diverse stazioni non solo nel numero assoluto, ma eziandio il rapporto di questo numero al numero totale, e molto più in alcuni giorni dell'anno che in altri. Non è che il numero massimo che deve determinare le dimensioni delle sale.

Per la qual cosa supponiamo una strada sulla quale il numero medio dei viaggiatori di terza classe che parte in ciascun anno da una stazione estrema sia il 60 per 100 del numero totale dei viaggiatori ed ove i convogli più carichi in giorno di festa, siano di 300 persone; se si ammette per rapporto fra

il numero dei viaggiatori di terza classe, ed il numero totale di 300 viaggiatori in questi convogli, ne emergerebbe che i treni maggiormente carichi non porterebbero giammai oltre i 180 viaggiatori di terza classe, e per conseguenza le sale dovrebbero costruirsi bastanti per 360 persone. Ciò non pertanto accade che nei giorni di feste popolari la proporzione dei viaggiatori di terza classe aumenta sensibilmente; per cui è duopo provvedere anche a questo aumento.

Sulle strade nei contorni di Parigi il numero totale dei viaggiatori delle diverse classi che nello stesso tempo si trovano nelle sale d'aspetto in alcuni dati giorni ed ore è enorme.

Alla strada di Versaglia si trovano alcune volte nella stazione fino a 2500 persone, quantunque i convogli partano ogni mezz'ora trasportando fino a 1200 viaggiatori per volta.

Lo spazio destinato per ciascun viaggiatore nelle sale d'aspetto deve essere proporzionalmente più grande per quelli di prima che per quelli di seconda e di terza classe. Si deve adunque tener a calcolo anche questa circostanza allorchè si stabiliscono le dimensioni delle diverse sale d'aspetto.

Allorquando la stazione è in elevazione e dove trovansi perciò dei sotterranei, le scale d'accesso non devono essere molto larghe, poichè i viaggiatori vi ascendono in un piccolo numero, e soltanto di mano in mano che pervengono alla stazione; ma le scale d'uscita vanno costruite assai larghe e comode presentandosi i viaggiatori nel medesimo momento.

Quantunque gliufficj del capo-stazione, dei sorveglianti e del personale di servizio possano collocarsi in qualsiasi parte della stazione, ciò non pertanto quello del capo-stazione va situato sempre lateralmente alle rotaje di partenza per il miglior servizio della strada.

La stanza del medico deve essere di facile accesso agli impiegati.

Nel costruire le stazioni delle strade ferrate francesi non si è curato il collocamento dei pisciatoj e delle latrine, che sono tanto necessarj. A tale riguardo le ferrovie dell'Inghilterra presentano degli eccellenti modelli.

È necessario che questi locali siano ben ventilati e di bastante capacità, specialmente i pisciatoj collocati dalla parte di arrivo.

Gli ufficj dell'amministrazione centrale generalmente sono situati in uno degli estremi della strada. Questa massima venne adottata per tutte le ferrovie che conducono a Parigi.

Sulla strada da Strasburgo a Basilea questi ufficj per molto tempo si trovavano a Mühlhausen ad una determinata distanza dall'estremità, ma successivamente vennero trasferiti a Strasburgo.

Allorquando la linea è assai breve, non si costruisce che un sol ufficio all'estremità; ma se è molto lunga, come quella di Strasburgo, alcune volte

si costruiscono degli ufficj ausiliarj agli estremi ove non trovansi quelli dell'amministrazione centrale.

Gli ufficj dell'amministrazione sono ordinariamente collocati nel medesimo fabbricato in cui trovansi le sale d'aspetto ed i locali dei bagagli, come ha luogo nelle strade da Londra a Birmingham, dell'Est e del Nord in Francia; ciò nullameno si trovano qualche volta in fabbricati distinti, come si verifica alle strade di Orleans, di Roano e di Lione. In quest'ultimo caso è necessario che gli edificj dell'amministrazione siano vicini alla stazione e che si possa comunicare facilmente dall'uno all'altro.

Se gli ufficj dell'amministrazione fanno parte del fabbricato delle sale d'aspetto, essi ordinariamente si trovano ad un piano superiore, oppure ad uno inferiore, secondo che la strada è a livello, in abbassamento od in elevazione.

Il servizio dell'amministrazione deve essere interamente separato da quello dell'esercizio; importa adunque che le scale d'accesso ai locali dalla medesima occupati siano del tutto speciali ed indipendenti da quelle che conducono alle sale d'aspetto.

Gli ufficj dell' amministrazione centrale contengono due separati dipartimenti, cioè: 1.° il dipartimento dell' amministrazione e della contabilità generale; 2.° il dipartimento delle costruzioni e dell'esercizio.

Il dipartimento della contabilità deve avere:

Due ufficj pei direttori, ciascuno dei quali composto da una stanza e da un gabinetto con anticamera.

Un locale speciale per archivio dei documenti.

Una cassa.

Due ufficj, con anticamera, pel segretario generale ed il legale.

Degli ufficj pei ragionieri, agenti ed altri commessi in un numero più o meno considerevole secondo l' importanza della linea.

Una sala per le riunioni del consiglio d'amministrazione.

Un locale ad uso d'archivio contabile.

Il dipartimento delle costruzioni si compone:

Di ufficj, con anticamera, pel direttore dell'esercizio, dell' ingegnere in capo della strada, dell' ingegnere in capo del materiale e del capo di servizio commerciale.

Di ufficj per gli impiegati del servizio centrale del movimento, del controllo, del servizio commerciale, dei riclami, dei lavori e del materiale.

Di ufficj pei disegnatori.

Dei locali per archivio.

Inoltre è essenziale di costruire delle latrine speciali per gli ufficj di ciascun dipartimento.

I diversi locali d'ufficio, come pure il locale di cassa, devono avere l'accesso col mezzo di un corritojo di disimpegno.

È necessario che le comunicazioni fra gli ufficj siano facili. Alla strada dell'Est in Francia, ove essi sono distribuiti in diversi fabbricati separati da lunghe gallerie, il servizio vi è difficile.

I disegni non possono eseguirsi lodevolmente se non che nelle sale molto illuminate; e gli ufficj degli ingegneri devono godere della maggior luce possibile.

È inoltre essenziale che gli archivj siano assai vasti, affinchè si possano classificare con un ordine perfetto i numerosi documenti d'ogni specie, cui il capo dell'esercizio di una strada ferrata deve particolarmente raccogliere.

Il disordine negli archivj porta necessariamente il disordine nell'esercizio e conseguentemente delle perdite considerevoli alla società.

La sala del direttore, ovvero la sala di riunione del Comitato della direzione, serve sovente di riunione pel Consiglio d'amministrazione, ma non può bastare per riunirvi l'assemblea generale di una Società anonima. Queste assemblee hanno luogo ordinariamente in un locale speciale collocato nel centro della città.

I marciapiedi si costruiscono con bitume, e qualche volta di tavole di legname. Essi devono formarsi bastantemente larghi, come già si è più sopra indicato.

L'altezza dei marciapiedi una volta si determinava in modo di non avere che pochi centimetri di differenza col pavimento delle vetture affinchè i viaggiatori potessero entrare senza il bisogno di gradini intermedj. In giornata però si è trovato più conveniente di abbassare i marciapiedi in maniera di ottenere il pavimento delle vetture all'altezza di 0^{m} 35. Tale modificazione presenta un notevole vantaggio pel servizio della stazione, inquantochè si possono costruire attraverso dei marciapiedi delle rotaje trasversali, assegnando soltanto una leggera inclinazione pel collocamento delle medesime senza il bisogno di eseguire un profondo scavo e di coprirlo con un ponte levatojo, come succedeva allorquando i marciapiedi avevano l'altezza di 90 centimetri. Il movimento degli impiegati nell'interno delle stazioni diventa eziandio molto più facile.

In quanto alla lunghezza dei marciapiedi, essa deve essere eguale almeno a quella dei più lunghi convogli ordinarj, ed è necessario di non collocare ai loro estremi per un determinato spazio, alcun apparato od ostacolo che possa impedire ai viaggiatori di salire o discendere, affinchè nei giorni di una straordinaria affluenza, nel qual caso si è costretti di comporre i convogli di un numero maggiore di vagoni, si abbia il modo di aumentare la lunghezza dei marciapiedi.

La parte di stazione sotto la tettoja occupata dalle rotaje fra i marciapiedi non deve essere pavimentata come il resto della strada, mentre in tal modo non potrebbe aver luogo un perfetto pulimento, ma deve invece eseguirsi formandosi un pavimento in pietra, in mattoni od in legname.

Composizione e disposizione delle rimesse per le vetture. — Le rimesse sono di due specie, cioè: per le vetture e per le locomotive.

Le prime consistono sovente in semplici porticati che contengono le officine pei falegnami, pittori e sellaj.

La parte di tali rimesse destinate specialmente pei verniciatori dei vagoni deve essere ben ventilata e bastantemente chiara.

Le rimesse dei vagoni qualche volta hanno due piani. In tal caso al secondo piano si trova il locale pei verniciatori.

Le vetture si innalzano al piano superiore col mezzo di macchine. I vagoni nelle rimesse passano dall'una all'altra rotaja, alcune volte col mezzo di piatteforme giranti, ed altre mediante carri di servizio.

L'uso dei carri di servizio è molto più economico delle piatteforme giranti; per cui si dà ai primi generalmente la preferenza.

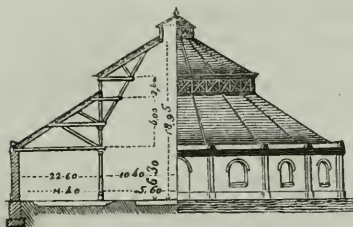
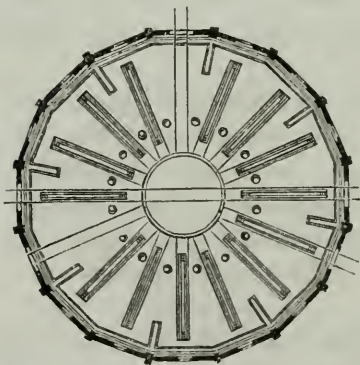
Composizione e disposizione delle rimesse per le locomotive. — Le rimesse per le locomotive servono sovente anche di officina per le piccole riparazioni; per cui devono essere costrutte con maggior cura delle rimesse pei vagoni.

In giornata sulle nuove linee si adottano le rimesse poligone o rotonde, ed anche delle rimesse semicircolari e rettangolari con grandi piatteforme all'esterno ed infine delle rimesse rettangolari con carri in luogo di piatteforme giranti pel movimento delle locomotive.

Figura 4.ª

Figura 5.ª

Per l'addietro si adottavano ordinariamente le rimesse rettangolari, ove il movimento si effettuava mediante piccole piatteforme giranti collocate nell'interno, ovvero esternamente. Ommettiamo di descrivere queste rimesse, inquantochè attualmente furono del tutto abbandonate.

Nelle rimesse poligone (fig. 4.ª e 5.ª), tutte le rotaje convergono al centro. Una piattaforma girante situata nel mezzo serve al movimento. Si vede facilmente che col mezzo di questa piattaforma si può a piacere far passare la macchina sull'una o l'altra rotaja della rimessa. Nelle vecchie rimesse di questo genere costrutte alla strada di Versaglia (sponda sinistra) ed in quella da Montpellier a Nimes, la piattaforma aveva un diametro piccolo; per cui non portava che la sola locomotiva. Attualmente però si è sostituita una

grande piattaforma, la quale porta nello stesso tempo tanto la locomotiva quanto il tender.

Il numero delle rotaje in una rimessa deve trovarsi in rapporto col suo diametro; ed è ciò uno degli inconvenienti delle rimesse poligone; laonde questo numero nelle vecchie rimesse poligone con piccole piatteforme era di 12; ma siccome era necessario di lasciare almeno una di queste rotaje interamente libera onde servisse di passaggio alle locomotive per entrare ed uscire dalla rimessa, così non poteva contenere che 11 macchine. Nelle nuove rimesse con piatteforme di un gran diametro il numero delle rotaje è di 16; e siccome si lasciano due binarj liberi, l'uno per entrare e l'altro per uscire, ovvero per entrare da una parte ed uscire dal lato opposto, così non si possono collocare che 14 locomotive.

La prima rimessa poligona fu costrutta sulla strada da Londra a Birmingham saranno ora quattordici o quindici anni; essa dapprincipio si trovava scoperta nel mezzo, ma in seguito venne coperta.

La rimessa poligona della strada da Orleans a Parigi si è costruita sopra un eguale modello e si finì a coprirla anch'essa interamente.

Dopo d'allora tutte le rimesse poligone delle strade ferrate vennero coperte per intero. Le difficoltà che si incontravano per far lavorare gli operaj durante l'inverno, ed i guasti che venivano causati alle macchine hanno condotto ad abbandonare le rimesse scoperte.

Le armature del tetto di tali rimesse si costruiscono tanto in legname quanto in ferro; quelle in legname sono più economiche, ma non hanno poi il vantaggio di quelle in ferro di essere incombustibili. Tuttavia non si fa alcun calcolo del pericolo d'incendio, allorquando si considera:

1.° che gli operaj circolano nelle rimesse giorno e notte;

2.° che un meccanico ovvero un fuochista vi si trova sempre per estinguere od accendere una locomotiva.

3.° che generalmente le rimesse sono assai elevate sicché le scintille difficilmente possono raggiungere la sommità.

4.° che si trovano ordinariamente vicine ai grandi serbatoj ed attraversate in tutti i sensi da condotti d'acqua.

Alla strada dell'Est in Francia le armature dei tetti di tutte le rimesse rotonde sono in legname sostenute da colonne di ghisa. (Vedi la fig. 4.ª).

Il coperto si fa con lastre di zinco o con ardesie. Le coperture metalliche vengono in breve tempo intaccate dai vapori solforosi che provengono dalle locomotive, vapori che misti al vapore aqueo condensato formano dell'acido solforico.

Le rimesse rotonde sono illuminate da finestre praticate nei muri di perimetro, le quali si chiudono con vetriate, oppure da una lanterna situata nel mezzo, che serve in pari tempo a dar esito al fumo.

Se si confrontano i diversi sistemi per la costruzione delle rimesse di locomotive che abbiamo indicato, si trova che quella di forma semicircolare è la più costosa. Una mezza rotonda costruttasi a Parigi alla stazione di Strasburgo costò franchi 96 000 colle ruotaje, fosse e piattaforma girante, e non conteneva che sette locomotive, dimodochè per ciascuna locomotiva la spesa di collocamento nella rimessa costò franchi 13 700.

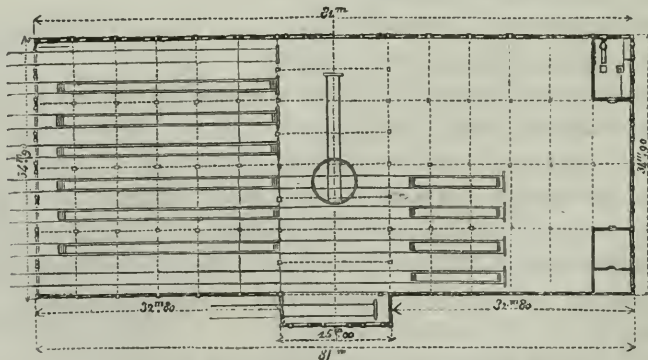
Una rotonda costrutta ad Épernay in base a prezzi poco diversi costò colle fosse, rotaje e piattaforma franchi 148 000; essa conteneva 16 binarj e 14 locomotive; quindi il collocamento di ciascuna locomotiva non costava che franchi 10 500. Ma l'amministrazione della strada dell' Est va ad intraprendere la costruzione di rotonde che non costeranno più di fr. 130 000, dimodochè il prezzo per ciascuna locomotiva si limiterà a fr. 9 350.

La costruzione delle vecchie rimesse rettangolari riusciva più costosa di quelle rotonde e poligone in causa del maggior numero di piatteforme giranti che occorrevano.

La doppia rimessa rettangolare di Blesme colle grandi piatteforme giranti all'esterno costò, tutto compreso, franchi 160 000.

Questo valore può essere confrontato coi prezzi medj delle vecchie rotonde d'Épernay e di Nancy, cioè di fr. 148 000, ed a quello di nuova costruzione, che è di fr. 130 000.

Il collocamento di una locomotiva nella rimessa costerebbe adunque $\frac{160000}{16}$ ossia 10 000 fr. a Blesme, nelle rimesse rettangolari, e $\frac{130000}{14}$ franc., ossia 9350 fr., nelle rotonde costrutte nelle località ove i prezzi sono sensibilmente eguali.

Figura 6.ª

Tuttavia è d'uopo osservare che le rotaje esterne comprese fra le rimesse e le grandi piatteforme sostituiscono sino ad un certo punto una parte delle

rotaje situate all'esterno delle altre rimesse, come sarebbero, per esempio, quelle che servono all' alimentazione delle macchine, e che la grande piattaforma può esser utilizzata nel servizio dell'esercizio. Nella spesa di costruzione della rimessa non si dovrebbe adunque comprendere, come abbiamo fatto, l'importo totale di queste rotaje e della piattaforma. Operando perciò una tale riduzione, le rimesse rettangolari, simili a quelle di Blesme, diventano più economiche che le rotonde e le mezzo rotonde ovvero le rimesse a ferro di cavallo.

Le rimesse rettangolari, come sarebbe quella di Bar-le-Duc (Vedi la figura 6.ª), sono naturalmente più costose di quella di Blesme, poichè al costo di esse fa d'uopo aggiungere il valore dei carri e quello delle fosse e del coperto, pei quali occorre non meno di 20 000 franchi. Ma le grandi piatteforme e le rotaje che vi conducono non sono di assoluta necessità, mentre il movimento può eseguirsi coi soli carri. Deducendo quindi la detta spesa da quella per la costruzione della rimessa, si ha che quelle rettangolari sono le più convenienti.

All'uso delle rimesse poligone venne attribuito il difetto che qualora la grande piattaforma nel mezzo venisse a guastarsi, tutte le macchine sarebbero imprigionate nella rimessa; ma con una piattaforma ben costruita questi accidenti devono accadere assai di rado.

In quanto alla superficie del terreno occupato, essa è di met. quad. 1675 per le rimesse poligone e di metri quadrati 3700 per le doppie rimesse rettangolari, comprese le rotaje esterne e le piatteforme.

Nei rapporti della spesa è d'uopo adunque collocare primieramente le rimesse rettangolari coi carri, poi quelle pure rettangolari colle piatteforme all'esterno, indi le rotonde, e da ultimo le semicircolari.

Ma le rotonde hanno dei vantaggi speciali per cui spesso meritano di essere preferite per collocarvi un gran numero di macchine, adottandosi invece le rettangolari quando trattasi di un piccolo numero.

La sorveglianza degli operaj nelle rimesse semicircolari è molto più difficile che in quelle rotonde; il riscaldamento nell' inverno è eziandio più dispendioso in causa del gran numero di porte; infine il movimento sulle rotaje è più lungo, e siccome desso viene eseguito allo scoperto come quello delle piatteforme giranti, così diventa in alcuni momenti all'inverno assai penoso e costoso.

Nelle rimesse circolari, ciascuna rotaja non portando che una sola locomotiva col suo tender, si può far uscire una macchina senza moverne alcun'altra. Nelle rimesse rettangolari non si possono levare le macchine isolatamente ed indipendentemente l'una dall'altra, a meno che non se ne collochi una per ciascuna rotaja, ciò che non si può sempre effettuare in conseguenza dalla disposizione del terreno.

Nelle rotonde o semicircolari i banchi degli operaj si collocano longitudinalmente ai muri, fra le estremità delle rotaje; sono perfettamente illuminati lateralmente, e lo spazio trapezoidale compreso fra le due fosse serve per gli operaj che lavorano alle riparazioni. Nelle rimesse rettangolari una parte almeno di quelli che lavorano intorno alle macchine non ricevono lume che dall'alto.

Nelle rimesse rettangolari costrutte come quelle di Blesme, la piattaforma girante è allo scoperto come nelle rimesse semicircolari; ciò è un grande inconveniente.

I carri quantunque assai costosi possono sostituire vantaggiosamente le grandi piatteforme, poichè non occorre per questi di avere delle ruotaje di accesso; ma adottando quelli che si costruiscono in giornata, il movimento è molto difficile e specialmente assai lento. Si cerca attualmente dagli ingegneri di migliorarli, e si ha lusinga di ottenere lo scopo. Alcuni hanno tentato di eseguire il movimento col mezzo del vapore che si ricava dalla stessa macchina; se vi si riesce, le rimesse rettangolari coi carri diventeranno preferibili a quelle rotonde anche per un gran numero di locomotive. Nella condizione attuale dei carri, le rotonde sono ritenute superiori.

Se a Blesme ed a Bar-le-Duc, la Società dell'Est ha costruite due rimesse rettangolari per collocarvi sedici locomotive, ciò dipende dalla configurazione del terreno, il quale non permetteva di poterne costruire di rotonde.

In tutte le rimesse di locomotive è necessario di collocare in ciascuna fossa un robinetto che fornisca dell'acqua sia per lavare sia per riempire le macchine, procurando contemporaneamente uno scarico alle acque che si raccolgono al fondo delle fosse.

Un canale in muratura che gira intorno alla rimessa coperto da lamine di ferro pertugiate, serve a contenere i condotti d'acqua fredda pel pulimento delle macchine, e quelli delle acque calde per riscaldare l'ambiente; la parte inferiore di questo canale può destinarsi ad uso di acquedotto per ciascuna delle fosse ove si accende il fuoco e per lo scolo delle acque che vi si raccolgono.

Alcune volte si collocano superiormente a ciascuna macchina dei camini di richiamo in lamina a cappa mobile per attivare l'accendimento delle macchine e trasportare all'esterno i prodotti della combustione; ma questi camini sono assai costosi, per cui il più delle volte si ommettono.

Allorquando una rimessa rettangolare contiene almeno tre rotaje, egli è indispensabile di illuminarla, non solo lateralmente, ma eziandio con abbaini collocati nel tetto superiore agli spazj interposti fra i binarj, i quali devono avere una larghezza bastante per poter eseguire le piccole riparazioni alle macchine.

Inoltre è d'uopo di non destinare le rimesse delle locomotive se non che per le piccole riparazioni, e di separarle dalle officine delle grandi riparazioni. In tal modo si evita l'incomodo che risulterebbe agli operaj dal dover rimovere frequentemente le macchine in servizio e si preservano inoltre le macchine che si riparano radicalmente dall'azione distruttrice dell'acido solforico che si sviluppa dall'acido solforoso proveniente dall'accendimento.

Serbatoj di diverse specie. — I serbatoj che servono per alimentare le locomotive si devono trovare, come abbiamo detto, in vicinanza delle rimesse. Questi serbatoj devono contenere una quantità d'acqua più che bastante ai bisogni delle giornate nelle quali il servizio è più attivo.

Nell' inverno è necessario di preservarli con un mezzo qualunque affinchè l'acqua non geli. Alcune volte l'acqua si riscalda. Il combustibile impiegato essendo di qualità inferiore, mentre quello delle locomotive deve sempre essere di prima qualità, sembrerebbe conveniente di riscaldare l' acqua dei serbatoj onde diminuire la spesa di riscaldamento della locomozione.

Generalmente conviene portare l'acqua dei serbatoj alla più alta temperatura possibile, poichè fra tutti i mezzi impiegati per riscaldare l'acqua delle locomotive il più costoso è quello di riscaldarla direttamente nel serbatojo della macchina.

In questo caso i serbatoj devono essere circondati da sostanze che ne impediscano il disperdimento del calore.

Allorquando i serbatoj non vengono riscaldati, si impedisce il congelamento dell'acqua circondandoli con uno strato di letame della grossezza di circa 0^m40, oppure rivestendoli mediante intrecciature di paglia.

In molte strade ferrate furono trascurate tutte le costruzioni dei serbatoj, motivo per cui ne risulta un aumento di spesa nell'esercizio; gli è perciò che crediamo opportuno di trattare questo argomento con un maggiore sviluppo.

Il collocamento dei canali d'acqua per alimentare le macchine è un'operazione importante e delicata che richiede di essere specialmente studiata. Si deve considerare la natura delle acque, la posizione della macchina destinata ad innalzarle e dirigerle al serbatojo, ed infine gli apparati diretti a fornire direttamente l'acqua alle macchine.

Si deve far precedere innanzi tutto l'esame della natura delle acque. Da ognuno si sa che le acque incrostanti cagionano assai prestamente la distruzione del focolajo e della caldaja. In generale le acque dei grandi fiumi sono buone e vanno perciò preferite alle sorgive. In ogni caso è d'uopo sottoporre sì le une che le altre ad un'analisi chimica. Come un mezzo semplice e spedito si può adottare a tal effetto il processo idrometrico dei signori Boutron e Boudet.

La macchina a vapore destinata ad innalzare l'acqua deve collocarsi a poca distanza dal punto ove succede la presa, all'oggetto di assegnare la minima lunghezza possibile al condotto d'aspirazione, il quale difficilmente si può

conservare nello stato perfetto di uso. Da un altro canto è vantaggioso di collocare questa macchina nel luogo di deposito delle locomotive o piuttosto nella piccola officina che vi è attigua. Essa può in allora fornire anche la forza motrice pel movimento di un piccolo tornio, ovvero di una macchina da forare, ecc. In ciascun caso speciale è d'uopo combinare l'insieme di questi dati.

Determinato il luogo ove deve essere tolta l'acqua e quello per collocare la macchina, si passa alla costruzione del serbatojo, la cui situazione è sempre facile a stabilirsi. Questo serbatojo ordinariamente è costrutto in lamina di ferro di forma rettangolare ovvero circolare. Quest'ultima forma si preferisce dacchè è più economica. Un serbatojo rettangolare di 8^{m} per 4^{m} con 1^{m} 10 di altezza, ossia della capacità di 35 metri, pesa 3 000 chilogrammi colle inchiodature ed i tiranti. Un serbatojo circolare di 4^{m} 00 di diametro sopra 3^{m} 50 di altezza che contenga 43 metri cubici non pesa che 1800 chilogrammi (vedasi la fig. 7.ª). Un serbatojo circolare di 5^{m} 00 di diametro e 4^{m} di altezza, che contenga 78 metri cubici di acqua, pesa 2 590 chilogrammi. Furono pure costrutti dei serbatoj in ghisa formati di piastre bollonate. Questi serbatoj sono assai solidi, ed allorquando le congiunzioni trovansi ben masticiate, non occorre ad essi alcuna riparazione. Un serbatojo di questo genere che contenga 250 metri cubici d'acqua pesa chil. 20 600, e costa (in Francia) fr. 5 860; mentre un serbatojo rettangolare in lamina di 200 metri cubici (13^{m} 30 sopra 6^{m} per 2^{m} 50) non costa meno di 12 mila franchi. In quanto ai sostegni in muratura che esigono i serbatoj, il vantaggio nel punto di vista della spesa, è ancora per quelli di forma circolare.

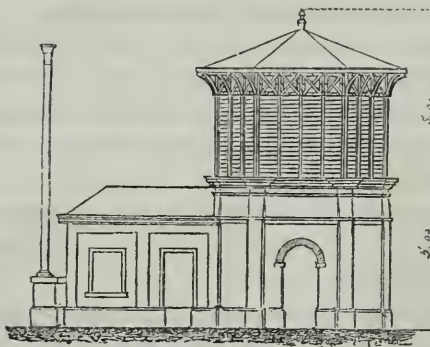



Figura 7.ª

Gli apparati che trasmettono l'acqua direttamente nel tender sono di tre specie. Essi consistono in piccoli edificj in muratura che sostengono dei serbatoj in lamina da 10 a 12 metri di capacità situati in vicinanza alle ruotaje, simili a quelli della figura 7, ovvero in grue in ghisa, come si vedono nella maggior parte delle strade; ed infine in grue-serbatoj formate da una colonna in ghisa che sostiene un piccolo serbatojo circolare in lamina. La grue ordinaria ha il grave inconveniente di lasciar sgorgare l'acqua assai lentamente. È rado che vi occorrano meno di cinque o sei minuti per riempire un tender di 5 metri di capacità. L'acqua vi gela facilmente in inverno a meno di non usare delle grandi precauzioni e la manutenzione è assai costosa. Veramente si può rimediare alla lentezza dello sgorgo, aumentando il

diametro dei tubi che mettono in comunicazione la grue col gran serbatojo; ma in allora si aumenta sensibilmente la spesa di costruzione. Nè sarebbe conveniente di innalzare maggiormente il serbatojo, mentre in tal modo non si otterrebbe che un piccolo aumento nel deflusso; esso non è che in proporzione all'altezza del serbatojo, quandochè invece cresce come i quadrati dei diametri dei condotti. I piccoli serbatoj situati in vicinanza alle rotaje non hanno questi inconvenienti; i condotti possono costruirsi economicamente ed avere un piccolo diametro; l'acqua si può riscaldare con facilità mediante una stufa collocata sotto il serbatojo. A questo sistema si attribuisce l'inconveniente di ingombrare la strada e di impedire la visuale nelle stazioni. L'obiezione non sembra di grave momento, inquantochè in alcune circostanze non si bada punto a collocare nelle medesime località delle tettoje pel servizio dei bagagli. Spesse volte, allorquando la presa d'acqua è vicina, si possono aprire dei pozzi soppprimendosi il serbatojo principale e si limita a costruire in vicinanza della strada due piccoli serbatoj, sotto l'uno dei quali si colloca la macchina fissa. In questo caso si aumenta alquanto la capacità della cassa d'acqua.

Le grue-serbatoj descritte nel primo volume hanno i medesimi vantaggi senza presentare gli stessi inconvenienti; esse sono disposte in modo da permettere il riscaldamento dell'acqua, contenendo la colonna di sostegno un focolajo intorno al quale circola l'acqua. Il piccolo serbatojo è munito di due tubi di presa dell'acqua posti all'estremità con un eguale diametro; le valvole si movono facilmente, lo sgorgo vi è pronto come a bocca libera, il diametro dei condotti di comunicazione col serbatojo può essere ridotto al minimo, in conseguenza di che questo sistema è quello che presenta la maggior economia.

Magazzini. — L'estensione dei magazzini dipende dalla quantità delle provviste che devono contenere. Alla strada di Strasburgo il magazzino centrale servendo alle officine di riparazione delle locomotive d'Epernay, ha la superficie di 1168 metri; all'ingiro si trovano dei portici alti sul suolo $5^{m}15$. La superficie del piano terreno del magazzino propriamente detto è di 1168 metri; quella dei portici di 98 metri; gli uffiej occupano la superficie di 288 metri. Gli alloggi del magazziniere e del sottocapo di deposito sono collocati superiormente agli uffiej. Inferiormente si trova un grandioso sotterraneo.

Di fianco al magazzino vi è un portico per difendere le provviste di legna, la cui superficie è di 960 metri. Questo magazzino e questo portico bastano largamente per le officine di Epernay, nelle quali però soltanto le locomotive vengono riparate. Il ristauro delle vetture e dei vagoni si fa alla Villetta, ove è un secondo magazzino, la cui superficie è di 1527 metri.

È assai utile di preservare il coke dalle intemperie atmosferiche, poichè si riconobbe una differenza sensibile fra l'effetto calorifero prodotto da un

determinato peso di coke bagnato e quello di un egual peso di coke asciutto. Ciò non pertanto siccome il coke non può essere ammassato in una grande altezza senza essere danneggiato notevolmente, è d'uopo per conseguenza di costruire delle tettoje assai vaste per contenere le provviste di qualche importanza; per cui in mancanza di queste difese si vedono molte volte nella maggior parte delle strade ferrate dei grandi ammassi di coke allo scoperto.

Per calcolare lo spazio che devono coprire le provviste si suppone che l'ammasso di coke non abbia l'altezza maggiore di 2 metri, e che sia d'uopo di una provvista per uno o due mesi presso le stazioni che comunicano colle miniere mediante ferrovie praticabili in qualunque tempo, e per quattro o sei mesi presso di quelle ove il coke non può arrivare che per le vie navigabili, il cui servizio è interrotto nei tempi di gelo e di secco.

Prima di cominciare la descrizione delle stazioni delle merci, e per compiere l'articolo relativo a quelle dei viaggiatori, si propone come un tipo di una disposizione pressochè incensurabile la stazione della ferrovia da Lione a Parigi (fig. 8, pag. 39).

Alla strada di Lione, i luoghi d' imbarco e di sbarco non lasciano nulla a desiderare; il vestibolo di partenza è di grande bellezza; le sale d'aspetto ed i locali pei bagagli tanto di partenza quanto d'arrivo sono bene collocati e spaziosi; i marciapiedi hanno dimensioni convenienti; le ruotaje infine sono bastanti pel numero e per la lunghezza.

STAZIONE DI PARIGI DELLA STRADA FERRATA PER LIONE

(Figura 8, pagina 39)

SPIEGAZIONI.

Lato di partenza.

N.	Locale	Piano	Destinazione
1	Scala di servizio pei sotterranei.		
2	Per le piccole riparazioni (J)		Officine
3			Magazzino degli unti
4			Magazzino dei pezzi di ricambio
5			Ufficj
6		1.° piano	Locali dei tappezzieri
7		idem	Magazzini
8	Magazzino del materiale del movimento		
9	Rimesse dei trucks (L)		
10	Corpo di guardia del personale di servizio (M)		Corpo di guardia
11		1.° piano	Dormitoj
12	Caffè (A)		Sala del caffè
13			Altra simile
14			Cucina
15		1.° piano	Dipendenze ed alloggi

N.	Locale	Destinazione
16	Sale d'aspetto (N)	3.ª Classe, stazione di là da Montereau
17		» da Parigi a Montereau
18		2.ª Classe oltre Montereau
19		» da Parigi a Montereau
20		1.ª Classe
21	Passaggio conducente alle corrispondenze ed al caffè	
22	Ufficio di distribuzione dei viglietti (P)	
23	Vestibolo di partenza (O)	
24	Passaggio ai locali pei bagagli	
25	Passaggio alle sale d'aspetto	
26	Ufficio del capo-stazione	
27	Passaggio di servizio	
28	Cucina pei fuochisti	
29	(B) 1.° piano	Ufficio del capo-stazione
30		Anticamera
31	Locali pei bagagli	Ricevimento e passaggio dei bagagli
32		Ufficio di ricevimento
33		Idem
34	Ufficj delle merci celeri (R)	Depositi
35		Ufficio degli impiegati
36		Ricevimento degli articoli
37		Ufficio di deposito
38		Caricamento dei colli
39	Latrine (S)	Per gli uomini
40		Per le donne
41		Per gli uomini di servizio
42		Pei guardiani
43		Corritojo pei gabinetti delle signore
44	Ufficio delle corrispondenze	

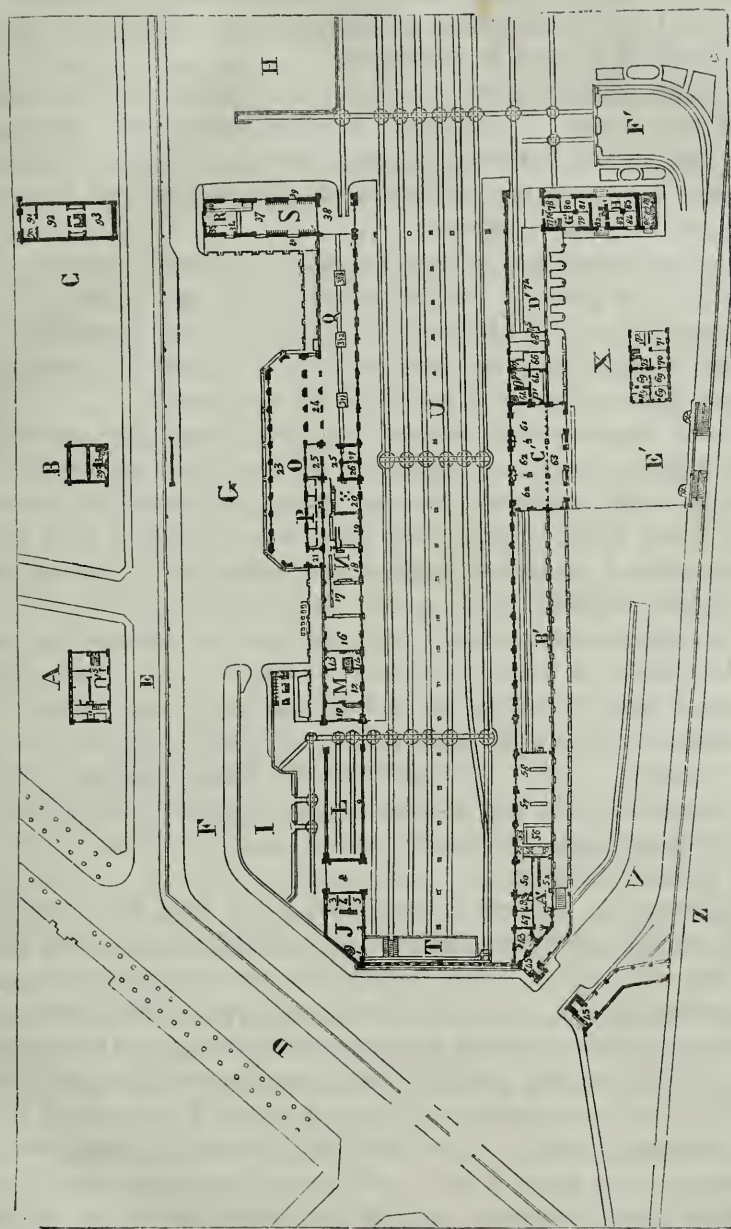
Lato d'arrivo.

N.	Locale	Destinazione
45	Passaggio conducente all'amministrazione	
46	Magazzino degli effetti contestati	
47	Consegna per la linea di Lione	
48	» » di Troyes	
49	Passaggio di servizio	
50	Effetti della linea di Lione	
51	(A')	Depositi delle merci celeri di Troyes
52		Ufficio delle merci celeri di Troyes
53	Passaggi	
54	Ufficj delle merci celeri	Ufficio degli impiegati
55		Capo d'ufficio
56		Ingresso del pubblico
57		Deposito dei colli della linea di Lione
58		» » » di Troyes
59	Locale di distribuzione dei bagagli	Distribuzione e visita dei bagagli
60		Ufficio del personale di servizio

N.	Locale	Suddivisione	
61	(C′) Vestibolo d'uscita pei	Viaggiatori coi bagagli	
62		Viaggiatori senza bagagli	
63		Porte destinate al pubblico	
64	Corpo di guardia di finanza	Impiegati	
65		Guardie	
66	Commissario di polizia	Ufficio	
67		Anticamera	
68	Corpo di guardia militare		
69	Alloggio del sotto capo-stazione —	1.° piano	(E′)
70	Stanza pel commissario	idem	
71	» per l'ufficiale di polizia	idem	
72	» per gli agenti di polizia	idem	
73	Locale d'arresto		
74	(D′) Marciapiede d'arrivo dei commestibili		
75	Ufficio degli impiegati dei commestibili		
76	(G′ H′) Ufficio del movimento	Ingresso agli ufficj	
77		Posta telegrafica	
78		Sala dei conduttori	
79		Impiegati	
80		Sotto-capo	
81		Sala dei capi dei convogli	
82		Ingresso agli ufficj	
83	Servizio medico	Sala d'aspetto	
84		Stanzino del medico	
85	Officina dei lampanaj		
86	Latrine	Per gli uomini	
87		Per le donne	
88		Per gli impiegati	
89		Camera del custode	
90	(C′) Ufficio del movimento (1.° piano)	Anticamera	
91		Ufficio del capo del movimento	
92		Magazzino del materiale	
93		Deposito degli effetti trovati	

(D) Baluardo Mazas.
(E) Strada di Chalons.
(F) Rampa di partenza.
(G) Corte di partenza.
(H) Imbarcadero delle diligenze.
(I) Simile delle carrozze di posta.
(Q) Locali dei bagagli.
(T) Rimessa dei carri.
(U) Grande tettoja d'imbarcadero.
(B′) Distribuzione dei bagagli.
(V) Rampa d'arrivo.
(Z) Strada di Bercy.
(X) Corte d'arrivo.
(F′) Sbarco delle carrozze di posta.

Nota. — Inferiormente alle sale d'aspetto e ai locali dei bagagli si trovano dei sotterranei ove sono collocate delle stufe.

Figura 8.ª Stazione della strada ferrata da Parigi a Lione (a Parigi).

Edificj pel servizio delle merci. — La manipolazione delle merci si fa generalmente secondo la rispettiva loro qualità, cioè o al coperto sotto marciapiedi situati nell' imbarcadero, ovvero sopra marciapiedi scoperti.

Le tettoje possono essere paralelle alle rotaje, come alle strade d'Orleans e del Nord in Francia, oppure perpendicolari alla strada, come sono quelle delle strade di Lione e di Strasburgo.

La configurazione del terreno non permette sempre di poter scegliere fra questi due sistemi. — *Allorquando si possono costruire delle tettoje paralellamente alle rotaje si deve accogliere questo partito, che è il più conveniente.* A tale proposito il Broutin, capo del movimento alla stazione della Villetta presso Parigi, in tal modo si esprime:

« In una stazione per le merci il sistema delle tettoje paralelle alle rotaje principali è da preferirsi alle perpendicolari sotto ogni riguardo. Imperciocchè si esige un minor numero di piatteforme giranti, si semplifica la mano d'opera, la quale diminuisce tanto più quanto il lavoro può essere fatto nella maggior parte col mezzo di una macchina o dai cavalli.

« Colle tettoje paralelle, arrivando un treno di merci può entrare direttamente sotto la tettoja e la ripartizione dei vagoni alle diverse località, secondo la natura delle merci che contengono, può essere fatta da una macchina. Questi vagoni allorchè sono scaricati possono essere presi ancora da una macchina e condotti ai luoghi di spedizione, e di là, allorchè sono caricati questi medesimi vagoni, possono togliersi col mezzo di una macchina o dei cavalli ed essere condotti sulle rotaje per indi attaccarsi ai treni.

« La stazione di Battignolles (strada di Roano), ove il sistema è paralello, presenta i maggiori vantaggi per la facilità del lavoro. Colà l'edificio è isolato compiutamente dalle rotaje principali, è assai vasto e con una rete di ruotaje a ventaglio, le quali si congiungono alle ruotaje principali, suddividendosi in tutte le parti della stazione; questi porticati o tettoje sono le più comode, le più facili e quelle che sono le meglio concepite di tutte le stazioni di merci di Parigi.

« Il sistema dei porticati perpendicolari è ben lungi dal presentare i medesimi vantaggi del sistema delle tettoje paralelle. Il servizio non può essere fatto che colle braccia, ciascun vagone deve essere condotto sulla piattaforma che corrisponde alla rotaja della tettoja, nella quale si deve entrare, e spesso accade che il tragitto non possa aver luogo direttamente, ma sia necessario di eseguire dei giri con una perdita di tempo considerevole e con nuovi ostacoli ».

« Colle tettoje perpendicolari l'arrivo dei treni delle merci si fa sempre sulla medesima rotaja, cioè su quella che è fornita di piatteforme in corrispondenza colle rotaje d'arrivo delle tettoje. Non possono adunque arrivare due treni a breve intervallo l'uno dall'altro, poichè sarebbe esposto il secondo ad aspettare che sia interamente compiuta l'entrata del primo, ovvero bisognerebbe condurlo su di una rotaja di servizio per essere successivamente ricondotto. Da ciò deriva necessariamente una lentezza ed una confusione nel servizio.

« I medesimi inconvenienti si incontrano nelle spedizioni, se si tratta di costituire uno o più treni straordinarj. Il solo mezzo per ovviare a questo stato di cose, è adunque quello di collocare molte rotaje di partenza e d'arrivo, ciò che sforza altresì a collocare un numero considerevole di piatteforme giranti ».

« Col sistema delle tettoje perpendicolari non sono mai soverchie le piatteforme, ed occorrono, per così dire, in tutti i luoghi ove si incontrano due rotaje ».

« Qui si parla delle tettoje perpendicolari che si trovano costrutte lodevolmente, vale a dire che abbiano:

1.° Tre rotaje le quali tagliano per metà ciascuna tettoja nel senso della lunghezza, due di esse situate nelle località destinate a ricevere i vagoni per scaricarli o caricarli, e la terza, cioè quella di mezzo, che serve per far uscire i vagoni dopo di essere stati caricati o scaricati.

2.° Una o due rotaje semplici trasversali che servono di comunicazione fra le diverse tettoje della stazione, senza contare le due rotaje semplici che collegano tutte le tettoje nei loro estremi.

Queste rotaje trasversali, che necessariamente attraversano tutti i cortili, possono inoltre servire per accogliere i vagoni, la cui manipolazione viene operata dal destinatario o speditore dei vagoni nelle loro vetture e reciprocamente.

3.° Una distanza conveniente fra ciascuna rotaja lasciando la possibilità di far girare i vagoni sulle piatteforme senza essere costretti di fare un taglio nelle rotaje situate di fianco.

4.° Infine indipendentemente dalle rotaje di partenza e di arrivo che devono sempre trovarsi libere, vi devono essere tre o quattro rotaje di servizio paralelle a queste ed in comunicazione colle rotaje delle tettoje, di cui congiungono gli estremi (queste rotaje costrutte nella maggior lunghezza possibile si riuniscono tutte mediante diramazioni in punta colle rotaje di partenza e di arrivo).

« L'uso di queste rotaje consiste nel trasportare ciò che avanza dalle tettoje sia delle merci che arrivano, sia di quelle che partono, e nello stesso tempo a dar esito alle merci le quali non devono essere collocate nel magazzino, ma levate dalla stazione dal destinatario stesso.

« Con questo sistema di rotaje interne le vetture hanno un accesso sicuro e costante ai diversi magazzini.

« La stazione di Bercy (strada di Lione) è costrutta secondo questo sistema, ma essa manca di piatteforme giranti e di rotaje trasversali nelle tettoje. La trasmissione del materiale dall'una all'altra tettoja non può essere fatta che coi binarj che collegano insieme le tettoje ai loro estremi. Questa mancanza di rotaje trasversali aumenta assaissimo la mano d'opera allungando

la strada che si fa percorrere ai vagoni colle braccia, i quali devono passare dalle tettoje d'arrivo a quelle di spedizione ».

Alle precedenti osservazioni il Broutin aggiunse la seguente tavola (pagina 43), compilata sui dati forniti dai capi delle principali stazioni delle merci delle grandi linee di strade ferrate francesi, esclusa quella di Bercy. Intorno al lavoro che si eseguisce in questa stazione, non si poterono avere dei dati esatti, ma viene affermato che gli impiegati del movimento della strada di Lione trovano che il servizio si fa assai più facilmente ed economicamente nelle tettoje delle merci paralelle costrutte recentemente a Lione che nelle tettoje perpendicolari di Bercy.

Le tettoje, siano esse paralelle o perpendicolari alle rotaje principali, sono disposte pressochè nell'egual maniera su tutte le linee di strade ferrate.

Alcune volte il servizio si eseguisce su di un solo marciapiede collocato nel mezzo, essendovi da un lato una strada selciata, oppure colle rotaje in ferro pei carri di trasporto, e dall'altro delle rotaje in ferro pei vagoni. Le merci che vi si conducono si tolgono dai carri da un lato del marciapiede e si caricano sui vagoni dall'altro lato.

Succede al rovescio per le merci che arrivano coi vagoni, le quali devono essere trasportate in città.

Alla stazione di Battignolles (strada di Roano), vennero collocate le rotaje di ferro da ambedue i lati del marciapiede, e questi due binarj si sono riuniti con delle rotaje trasversali disposte in alcuni tagli fatti nel marciapiede.

Una di queste rotaje, quella cioè che è situata lateralmente ove i carri si accostano al marciapiede, è in tal caso incassata nel pavimento; essa serve a portare i vagoni sui quali si vogliono caricare le merci che si tolgono direttamente dai carri senza farli passare sul marciapiede.

Nelle stazioni di qualche importanza vi sono dei marciapiedi speciali destinati per le merci che partono, ed altri per le merci che arrivano.

Si è cercato di trovare lo spazio che si rende necessario per disporre e per manipolare comodamente le diverse qualità di merci. Il Broutin, di cui si è parlato più sopra, ha offerto la tavola che si porge alla pag. 44:

STATO DI CONFRONTO DEL LAVORO EFFETTUATO NELLE DIVERSE STAZIONI DI MERCI CHE ESISTONO LUNGO LE PRINCIPALI STRADE FRANCESI.

NOME delle strade ferrate	NOME delle stazioni	POSIZIONE delle tettoje	Tonnellaggio giornaliero medio	Numero giornaliero dei vagoni spediti e ricevuti	NUMERO			
					delle piatteforme giranti	degli uomini impiegati nelle piatteforme	cavalli	vagoni mossi dagli uomini
			tonnell.					
Orleans	Ivry (1)	Paralelle	1600	500	112	26	5	19
Roano	Batignolles (2)	Idem	900	440	38	15	4	29
Nord	La Chapelle (3)	Idem	2700	1050	100	120	5	8 $^1/_2$
Est	La Villetta (4)	Perpendic.	1650	500	140	70	2	7

(1) Benchè paralelle alle rotaje principali le tettoje della stazione d'Ivry, ad eccezione di una, non si trovano in comunicazione diretta colle stesse rotaje mediante i cambiamenti in punta; per cui non ha luogo alcun movimento colla macchina; tutto il lavoro si eseguisce coi cavalli. La maggior parte delle piatteforme giranti avendo 4m,20 di diametro ed essendo assai distanti, bastano due uomini ed un cavallo onde far girare i vagoni. Il cavallo che conduce un vagone pieno alle tettoje di arrivo riconduce un vagone vuoto alle tettoje di spedizione; in queste stazioni gli arrivi e le partenze si bilanciano.

(2) Le rotaje delle tettoje della stazione di Battignolles sono tutte in comunicazione diretta colle rotaje principali mediante i cambiamenti in punta. Tuttavia non si opera colle macchine, ed i cavalli fanno tutto il servizio. Questa stazione è assai comoda.

(3) Le compagnie applicate al movimento delle piatteforme sono composte su questa linea di sei individui, mentre sulle altre strade non sono che di cinque. Tenendo a calcolo questa differenza, bisognerebbe aumentare i vagoni fatti girare per ciascun individuo di altrettanto, con che sarebbero portati a dieci.

Il peso dei vagoni essendo per un medio di 10 000 chilogr., vi occorre un maggior numero di braccia per moverli.

Trenta uomini e tre cavalli sono impiegati nei movimenti della strada di circonvallazione.

(4) Lavoro difficile che esige molta mano d'opera, movimenti continuati colla macchina causati dalla costruzione della strada di circonvallazione che si trova dall'altro lato delle rotaje principali.

Venti uomini sono impiegati nei movimenti della strada di circonvallazione.

STATO DELLA SUPERFICIE DEI MAGAZZINI NECESSARJ PER DEPORRE E MANIPOLARE UNA TONNELLATA DI CIASCUNA QUALITA' DI MERCI QUI SOTTO INDICATA:

QUALITÀ DELLE MERCI	SUPERFICIE per tonnellata	OSSERVAZIONI
	metri	
Cotone in balle . .	5	1.º I ferri e le ghise devono collocarsi in modo conveniente, vale a dire ordinati in guisa da poter contare facilmente le barre ed i pezzi di ciascuna spedizione.
Farine e grani in sacchi	2, 50	2.º Le superficie esposte si applicano tanto alle merci che si spediscono quanto a quelle che si ricevono, ad eccezione delle merci diverse d'arrivo, per le quali occorre $^1/_7$ di più di superficie.
Zucchero in pani . .	8 —	
Vini nelle botti . .	5 —	
Ferri e ghise . . .	2 —	
Merci diverse di qualunque qualità. . .	7 —	

In alcuni casi si è costretti dalla necessità a dover collocare e manipolare in un determinato spazio una quantità di merci molto maggiore di quella indicata nella tavola, ammassandole perciò ad una grande altezza, ma in tal caso il servizio riesce più costoso ed in cattive condizioni.

STAZIONI INTERMEDIE.

Composizione delle stazioni intermedie considerate nel loro insieme.

Abbiamo già detto che le stazioni intermedie si dividono in: stazioni di I Classe, stazioni di II Classe e stazioni di III Classe.

Tutti i convogli si fermano alle stazioni di I Classe, ed una parte soltanto a quelle di II e III Classe (*).

Le stazioni di I Classe presentano delle grandi difficoltà in quanto all'importanza del servizio.

Laonde la grande stazione di Huntsbank sulla strada da Liverpool a Leeds e quella di Derby sulla strada da Londra a Leeds, sono propriamente parlando stazioni di I Classe, poichè possono essere considerate come stazioni intermedie delle strade da Londra a Birmingham e Leeds, che ivi si incrocicchiano.

(*) Nel Lombardo Veneto però i convogli si fermano sempre a tutte le stazioni, siano esse di I, II o III Classe.

Da un altro canto, avuto riguardo alla loro importanza si potrebbe dire eziandio che sono stazioni centrali formate dalla riunione di più stazioni di arrivo e di partenza.

Per la qual cosa, sotto questo punto di vista la stazione di Derby sarà la riunione delle stazioni d'arrivo e di partenza delle strade da Derby a Londra, da Derby a Leeds e da Derby a Birmingham. Quella di Huntsbank la riunione delle stazioni di partenza e d'arrivo delle strade da Liverpool a Manchester e da Manchester a Leeds.

Le accennate stazioni delle strade ferrate inglesi, come pure le stazioni di Metz e di Nancy sulla strada da Parigi a Strasburgo; quelle di Creil, d'Amiens e di Lilla sulle strade del Nord; d'Orleans, di Tours e di Nantes sulla strada da Parigi a Bordeaux, devono essere considerate come stazioni intermedie di un' importanza tale che si devono assimilare alle stazioni estreme e descriverle separatamente.

Passando allo studio delle stazioni intermedie, noi ci occuperemo primieramente della disposizione delle ruotaje.

È antica usanza di non collegare nelle stazioni intermedie le guide laterali alle rotaje principali, se non che mediante i loro estremi in modo che le macchine camminando sulla guida principale non possano giammai passare sulla rotaja laterale che rinculando, qualunque sia la posizione dei cambiamenti in punta.

Dopo che l'uso dei cambiamenti di via a contrappeso si è propagato, questa regola non venne sempre seguita, specialmente nelle stazioni di I Classe ove tutti convogli si fermano.

Così nella stazione di Swindon sulla strada da Londra a Bristol, nella stazione di Coventry (strada da Londra a Birmingham), in quella di Normanton (strada da Leeds a Derby) e nelle stazioni intermedie di un gran numero di altre strade ferrate inglesi si trovano fra i marciapiedi d' arrivo e di partenza, soltanto quattro ruotaje, cioè due di meno, di cui due sono le principali, e due laterali, che sono riunite alle loro estremità colle guide principali.

I convogli di merci si fermano soltanto sulle rotaje principali; i convogli dei viaggiatori passano sempre sulle rotaje laterali al luogo dei marciapiedi di partenza e di arrivo.

Tale disposizione non è peraltro senza pericolo, mentre se sulla rotaja laterale si trova stazionario un convoglio, e se per inavvertenza non si chiude la comunicazione colla guida principale, un treno passando potrebbe urtare contro i carri e le carrozze fermate, come è successo nella stazione di Coventry.

In ogni caso si dovrebbe vietarla in tutte le stazioni di seconda e terza Classe ove i convogli passano sovente con una gran velocità senza fermarsi.

Sulla strada di Strasburgo si adotta per regola generale di collocare la punta dei cambiamenti di rotaja nel senso opposto al cammino dei convogli, e ciò anche nelle stazioni principali.

Nelle stazioni intermedie di qualche importanza le rotaje pei treni delle merci si fanno molto lunghe, affinchè siano esse bastanti per portare contemporaneamente due treni. L'una delle rotaje è in continuazione della strada ascendente, l'altra di quella che discende, ed i treni delle merci non possono entrarvi che rinculando.

Sulle strade inglesi si riconobbe che dopo che si sono soppressi possibilmente i cambiamenti in punta a contro cammino il numero degli inconvenienti si è sensibilmente diminuito.

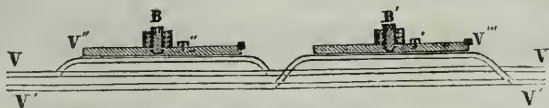
In alcune strade non si ha difficoltà a collocare delle rotaje oblique che tagliano le guide principali; ed in altre invece gli ingegneri ripugnano dall'interrompere le rotaje principali con degli incrociamenti di guide che sono sempre difficili a mantenersi e possono causare degli inconvenienti se sono in cattivo stato. Gli incrociamenti nelle rotaje principali non sembrano per nulla pericolosi nelle stazioni principali, ove tutti i convogli si fermano. E si possono anche ammettere in tutti i casi specialmente lungo le strade di una importanza secondaria destinate piuttosto al trasporto delle merci che a quello dei viaggiatori. Essi facilitano assaissimo il movimento.

Si può sostituire alle doppie rotaje un solo binario collocato frammezzo alle rotaje principali (quando la strada ha due binarj), ma sembra preferibile di collocarle sui lati tutte le volte che si possa, costruendo le rotaje di stazione pei convogli delle merci; con questo mezzo la stazione è meno ingombrata ed il capo-stazione esercita le sue ispezioni molto più facilmente. Se malgrado ciò viene costrutta una terza rotaja intermedia, essa in allora serve per lo scioglimento della macchina e per la fermata dei convogli dei viaggiatori.

Di fianco a queste rotaje di stazione pei treni delle merci è necessario di collocare un binario per lo scioglimento dei vagoni vuoti. È importante eziandio di non trascurare nelle stazioni intermedie di primo ordine il collocamento di una rotaja speciale per l'alimentazione delle locomotive, non che dei binarj particolari per la fermata dei vagoni dei viaggiatori comunicanti colla rimessa.

Collocandosi le rotaje d'arrivo e di partenza fra i marciapiedi, l'edificio delle sale d'aspetto per la partenza è ordinariamente situato di fianco alla città o borgata a cui serve di stazione, ed i viaggiatori che arrivano sono costretti di attraversare le due rotaje per portarsi in città. Alla strada di Bristol per evitare ai viaggiatori l'attraversamento delle rotaje, che ciò nullameno sembra essere senza pericolo, si è immaginato per alcune stazioni, per esempio, per quella di Windsor, una disposizione assai singolare, che qui descriviamo.

Lateralmente alla città si sono costrutti due marciapiedi T e T' (fig. 9.), e di fianco a ciascun d'essi un fabbricato che contiene l'ufficio per la distribuzione dei viglietti, delle sale d'aspetto ed accessorj.

Figura 9.ª

Il fabbricato B ed il marciapiede T'' servono ai viaggiatori che si portano dalla rotaja V da Windsor a Bristol, ovvero ad una delle stazioni situate fra Windsor e Bristol. I convogli che arrivano da Londra passano sulla rotaja di stazione V'' per accoglierli e riprendere in seguito la rotaja V. Il fabbricato B' ed il marciapiede T'' servono pei viaggiatori che camminano nel senso opposto sulla rotaja V' da Windsor verso Londra. I convogli che arrivano da Bristol, passano in allora sulla rotaja di stazione V''', e dopo di essersi fermati davanti al marciapiede T' riprendono la rotaja V'.

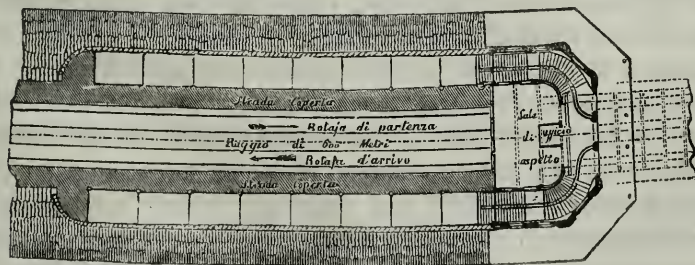
Questa disposizione ci sembra difettosa. Essa obbliga non solo alla costruzione di due edificj per la distribuzione dei viglietti, bagagli e sale d'aspetto, ma ben anche alla formazione di doppj marciapiedi e ad un aumento nel personale di servizio della stazione.

Una parte dei cambiamenti di rotaja devono eseguirsi di fianco al movimento e le macchine attraversare le ruotaje, ciò che può causare dei danni molto più gravi di quello di far eseguire l'attraversamento dai viaggiatori.

Sulla strada di Versaglia (sponda destra) essendo stati uccisi molti viaggiatori che hanno cercato di attraversare le rotaje, si costrussero dei piccoli ponti o cavalcavie, col mezzo dei quali si può passare da un marciapiede all'altro al di sopra della strada. Sopra alcune strade inglesi si costrussero dei ponti simili, coprendoli ed assicurandoli sui lati.

Questi ponti possono essere utili su di alcune strade, come quella di Versaglia, ove i convogli passano in un gran numero ed inopinatamente. Il loro

Fignra 10.ª

Figura 11.ª

uso sulle grandi linee sembra però assai costoso ed incomodo al servizio. Sulle strade che costituiscono la rete dell'Est in Francia, non accadde fin qui alcun accidente che ne faccia sentire il bisogno.

Sulla strada di Auteuil si adottò allo stesso scopo una disposizione molto ingegnosa che noi descriveremo. Questa strada trovasi quasi interamente incassata; l'edificio delle sale d'aspetto, come lo dinotano le figure 10 e 11, è situato al di sopra delle ruotaje e ad un' altezza tale che le locomotive passano inferiormente. Si accede alle sale d' aspetto col mezzo di rampe e si discende ai marciapiedi di partenza mediante scale che si dividono in due parti eguali e che servono egualmente pei viaggiatori che arrivano.

Su di alcune strade della Germania uno dei marciapiedi venne collocato frammezzo alle rotaje.

I viaggiatori che partono dal marciapiede non hanno in tal caso che da attraversare una sola rotaja, e siccome non è su questa che passano i convogli che devono accoglierli, essi non corrono alcun pericolo attraversando la stazione. Ma questo tenue vantaggio produce gravi inconvenienti. Imperciocchè non si possono dare al marciapiede delle bastanti dimensioni in larghezza pel servizio delle stazioni di primo ordine senza allontanare soverchiamente le rotaje; questa disposizione si presta assai male alla costruzione di una difesa per preservare i viaggiatori dalla pioggia nel momento che entrano nelle carrozze, e si obbliga a carreggiare le ruotaje in vicinanza della stazione, ciò che costringe a diminuire la velocità nei treni diretti. Infine essa non è senza pericolo, allorquando due treni si incrocicchiano nella stessa stazione. Alla strada da Nancy a Sarrebruck, sulla quale si era adottato in principio questo sistema, la società durante l'esercizio avendone riconosciuti gli inconvenienti non esitò a sostenere una spesa considerevole per ritornare alla disposizione ordinaria.

È necessario di evitare particolarmente nelle stazioni i fabbricati che ne potrebbero mascherare l' ingresso al meccanico.

I segnali devono essere collocati alla distanza almeno di 800 metri.

Gli edificj delle sale d'aspetto devono contenere un vestibolo, un ufficio per la distribuzione dei viglietti, una stanza pel deposito dei bagagli e delle merci che si spediscono a grande velocità.

Un magazzino pei bagagli o per le merci dirette allo stesso ufficio.

Un ufficio pel capo-stazione.

Un ufficio pel sottocapo.

Un locale pel commissario di sorveglianza.

Le stanze d'alloggio pel capo-stazione ed anche, se è possibile, pel sottocapo.

Delle latrine e dei pisciatoj pei viaggiatori, i quali devono collocarsi tanto nell'interno dell'edificio quanto esternamente in locali separati.

Le stanze pei lampanaj, per la preparazione dei bracieri, ed il locale per gli impiegati della strada sono situate alcune volte nello stesso edificio delle sale d'aspetto ed altre in fabbricati distinti. Alcune volte si aggiunge una stanza per gli artefici.

L'alloggio del capo-stazione, che si trova situato ordinariamente al primo piano, deve comporsi almeno di quattro stanze, di una cucina e di una cantina. Esso deve sempre contenere una latrina speciale.

Le porte per le quali si entra nelle sale d'aspetto devono essere disposte in modo che una sola persona basti per controllare tutti i viglietti.

È d'uopo aver cura di non collocare che una sola apertura per l'uscita dei viaggiatori. Quest'uscita si pratica convenientemente col mezzo di un corritojo che attraversa l'edificio e che conduce al vestibolo ove sono distribuiti i bagagli ai viaggiatori, oppure con un corritojo costrutto all'estremità dell'edificio. Qualora il movimento sia molto attivo, quest'ultima disposizione sembra preferibile alla prima. In tal modo si evita la confusione tra i viaggiatori che partono e quelli che arrivano.

In alcune stazioni il telegrafo essendo messo in movimento da un impiegato governativo ed a disposizione del pubblico, è d'uopo che si possa accedere al relativo ufficio dall'esterno.

L'apparato pel movimento del telegrafo elettro-magnetico è spesse volte collocato nell'ufficio del capo-stazione, ed alcune volte invece si trova in un locale attiguo.

Siccome è necessario che un tale impiegato non sia incomodato allorquando mette in movimento il telegrafo, così riesce utile di destinare un locale apposito in tutte le stazioni di qualche importanza.

Alla strada ferrata di Lione ed a quella da Vitry a Strasburgo il marciapiede contiguo all'edificio delle sale d'aspetto non è coperto che in parte da una tenda; il secondo marciapiede è allo scoperto, ma posteriormente vi è un edificio difeso, ove i viaggiatori ricoveransi.

Alla strada da Metz a Thionville nelle stazioni di primo ordine, i due marciapiedi sono interamente coperti da tendoni sostenuti da colonne che si elevano sino al disopra delle carrozze.

Alla strada d'Orleans si sono di già collocate delle tende di questo genere in diverse stazioni, e si è proposto di costruirle in tutte quelle che sono di qualche importanza.

Questa disposizione, usata generalmente in Inghilterra, verrà probabilmente adottata anche in molte delle stazioni che saranno in seguito costrutte. Imperocchè i viaggiatori sono difesi sino al momento che ascendono nelle vetture, ed allorchè discendono, qualora i convogli si fermino davanti alle tende.

Nel caso che gli edificj servano di difesa, i viaggiatori sono costretti di attraversare uno spazio più o meno largo del marciapiede, esposto alla pioggia, per portarsi alle carrozze.

La costruzione delle tende è meno costosa che quella dei fabbricati. Disposte simmetricamente sui due marciapiedi, esse hanno un aspetto soddisfacente.

Al sistema delle tende si è obiettato che si potrebbe, senza una grande spesa, costruirle bastantemente lunghe per tutte le vetture di un determinato convoglio onde possano fermarsi di contro.

Ciò in fatti sussiste; ma le vetture di 1.ª e di 2.ª classe essendo collocate ordinariamente nel centro dei convogli, i soli viaggiatori di 3.ª classe potrebbero eventualmente essere costretti di ascendere nelle vetture, e discendere su di una porzione di marciapiede non difesa, ed il tragitto che essi dovrebbero fare dalla parte difesa alla vettura, e reciprocamente, non sarebbe che assai breve.

Venne inoltre osservato che i viaggiatori non sarebbero che imperfettamente difesi allorchè la pioggia viene portata obbliquamente dal vento. L' osservazione sarebbe giusta qualora i viaggiatori dimorassero sul davanti della tenda, ovvero questa si tenesse troppo alta; ma siccome non si dà che l'altezza necessaria ed i viaggiatori si ritirano nella parte posteriore, così si trovano sempre preservati. Questi casi d'altronde si presentano assai di rado.

Si è detto infine che la tenda per coprire interamente un marciapiede di una determinata lunghezza deve essere sostenuta da colonne che incomoderanno il servizio. Si è supposto a torto che tali colonne possano essere la causa di imbarazzo ai viaggiatori. Allorchè si ha la cura di collocarle ad un metro, ovvero ad $1^{m}50$ dai cigli dei marciapiedi, come si verifica sulle strade inglesi e su quella d' Orleans, e di allontanarle più che sia possibile le une dalle altre, il servizio non soffre menomamente.

Gli ingegneri di controllo, i quali si oppongono generalmente a permettere ai viaggiatori di uscire dalle sale d'aspetto prima del passaggio del convoglio, allorchè il marciapiede è scoperto e che i viaggiatori non possono essere contenuti in uno spazio limitato, tollerano ad Enghien, lungo la strada del Nord, che siano ammessi dei viaggiatori sotto le tende entro le barriere che sono discoste circa 2^{m} dal ciglio del marciapiede. Quantunque la stazione d'Enghien sia in estate assai frequentata, si è potuto con questo

mezzo accontentarsi della piccola sala d'aspetto che vi esiste (54^{m} 30 quadrati).

Alla strada di Strasburgo il capo-stazione ha dichiarato che laddove esistono degli edificj di difesa, i viaggiatori non ne fanno uso che assai di rado, dimodochè si è indotto a cambiarne la destinazione convertendoli in magazzini.

È altresì conveniente di costruire delle tende di fronte alle strade d'accesso, affinchè lo scarico dalle vetture e dagli omnibus si possa eseguire al coperto.

In ogni caso è d'uopo coprire la porzione di marciapiede, di fronte al quale si fermano ordinariamente i vagoni dei bagagli.

Nelle stazioni ove si incrocicchiano molti treni o vi stanziano per qualche tempo, ed ove si attraversano spesso le rotaje, è conveniente di coprire, non solo i marciapiedi, ma eziandio le rotaje intermedie.

In molte stazioni principali si trovano pure dei caffè e delle trattorie.

Sulle grandi linee i convogli si fermano sempre per 15 o 20 minuti almeno in queste stazioni.

L'edificio che contiene il caffè deve essere collocato preferibilmente nel fianco verso la città, affinchè si possa accedervi facilmente.

Le stazioni intermedie della Great Northern sono costrutte con molta economia, i marciapiedi pei viaggiatori hanno da 3^{m} 50 a 4^{m} 00 di larghezza; dal lato opposto dell'edificio pei viaggiatori si costrussero delle tettoje assai leggeri in legname, chiuse con tavole agli estremi e col pavimento pure di tavole. Queste tettoje situate a 2^{m} 00 di distanza dal ciglio della strada, hanno 2^{m} 00 di larghezza sopra 25^{m} 00 di lunghezza, avanzandosi il coperto sino al ciglio della strada. Queste piccole costruzioni sono di un aspetto gradevolissimo.

Sulla South Eastern le tettoje trovansi più vicine al ciglio della strada; le colonne di sostegno sono distanti 3^{m} 00 e discoste 0^{m} 60 dal ciglio della strada; ma queste tettoje hanno tutt'al più da 9^{m} a 12^{m} di lunghezza e la larghezza di 3^{m}.

Alla strada di Douvres ed alla stazione di Ashford i marciapiedi hanno 3^{m} 50 di larghezza, ed una tenda da ciascun lato li ricopre unitamente alla rotaja attigua; nel mezzo vi sono due altri binarj scoperti: queste tende sono in nove campate di 5^{m} ciascuna. Ivi si trovano delle sale d'aspetto e degli ufficj di distribuzione dei viglietti da ciascun lato della strada.

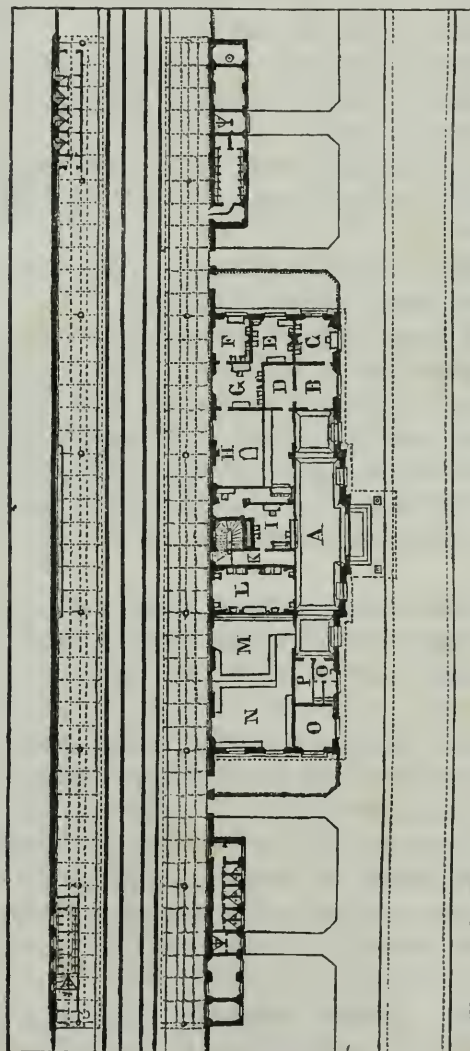
Il sistema seguito in Germania nella costruzione delle stazioni non presenta nulla di rimarchevole; in generale sono incomode per rapporto al movimento dei veicoli.

Merita di essere qui accennata la nuova stazione dei viaggiatori da Lipsia a Dresda per la sua particolarità. — Essa serve: 1.° come estremo della

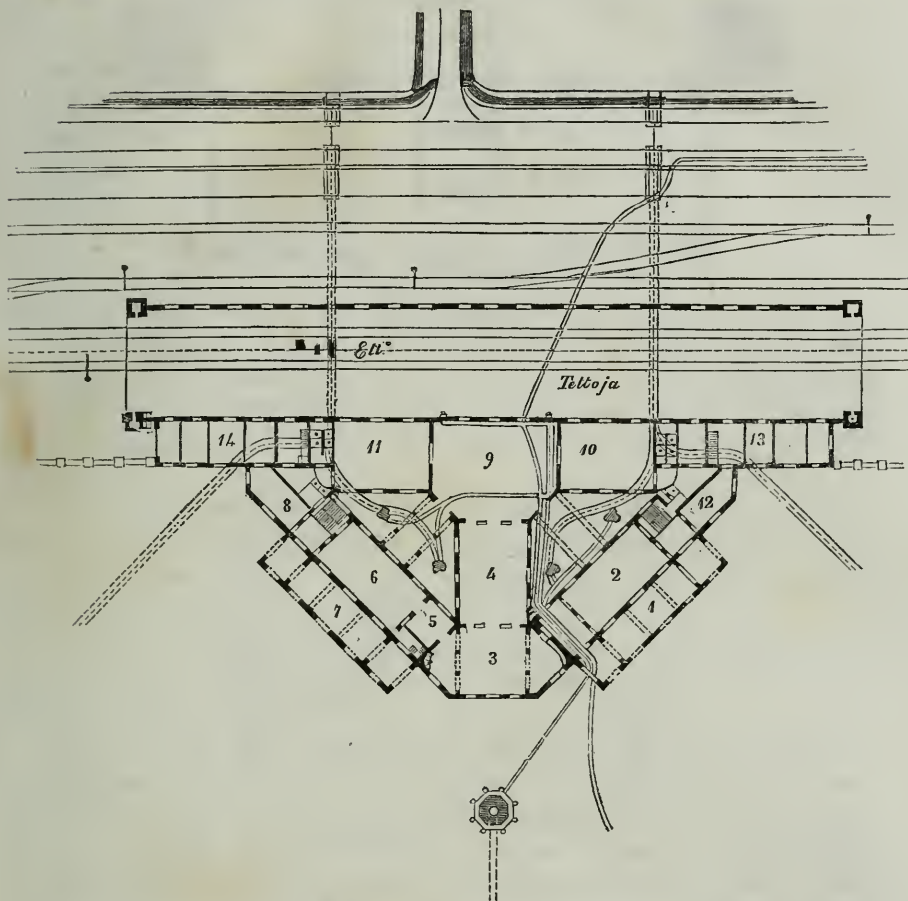
linea da Lipsia a Dresda; 2.° come estremo dell' altra linea da Dresda a Praga; 3.° come stazione di passaggio pei treni diretti da Praga a Lipsia. — L' ingegnere in capo che ne ha compilato il progetto ora in corso di esecuzione, ha risolto il problema assai felicemente.

Composizione delle stazioni intermedie considerate nei loro particolari.

Per dare un' idea più concreta della distribuzione dei locali che costituiscono le stazioni intermedie crediamo opportuno di qui riportare il tipo planimetrico di taluno di questi edificj, che ci fu dato di raccogliere.

Fig. 12.ª Stazione di I.ª Classe della strada di Molosa.

SPIEGAZIONE.

A. Vestibolo
B. Ufficio
C. Telegrafo
D. Magazzino
E. Sotto-capo di stazione
F. Commissario di sorveglianza
G. Capo-stazione
H. Bagagli
I. Dispensa dei viglietti
K. Passaggio
L. } Sale d'aspetto { I. Classe
M. } Sale d'aspetto { II. Classe
N. } Sale d'aspetto { III. Classe
O. Ufficio della strada
P. Deposito.
Q. Ritirate
R. Uscita coperta dei viaggiatori.

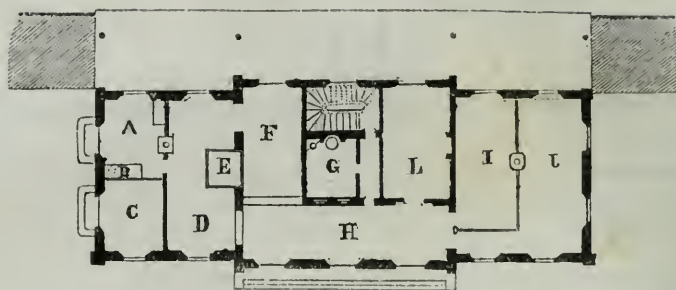
Figura 13.ª Stazione di Brescia lungo la strada da Milano a Venezia.

SPIEGAZIONI

Piano terreno

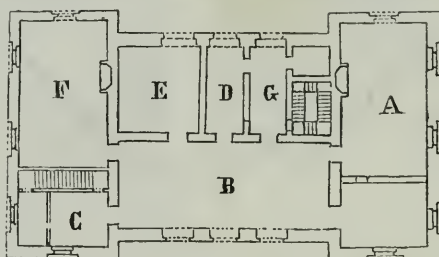
1. Portico } pei viaggiatori che partono.
2. Atrio }
   Dispensa dei viglietti a sinistra entrando nel- l'atrio N. 2.
3. } Sale del caffè.
4. }
5. Stanza in servizio del caffè, compresa una campata del portico N. 7.
6. Atrio } pei viaggiatori che arrivano.
7. Portico }
8. Ufficio per ritirare i bagagli dei viaggiatori che arrivano.
9. Ingresso alle sale d'aspetto.
10. Sala d'aspetto di III Classe.
11. Sala d'aspetto di I e II Classe.
12. Ufficio di ricevimento dei bagagli pei viaggiatori che partono.
13. Ufficj pel personale di basso servizio.
14. Ufficj pel personale addetto al movimento.

Primo piano superiore.

Il primo piano superiore è destinato per uso d'ufficio del personale tecnico, per l'alloggio del capo-stazione, magazziniere, ecc. variandosi a norma delle circostanze speciali.

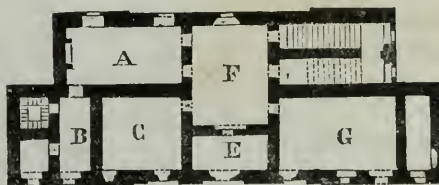
Figura 14.ª Stazione di I Classe pei viaggiatori a Chateau-Thierry — Strada da Parigi a Strasburgo.

SPIEGAZIONI

A. Ufficio del capo-stazione.
B. Letto di campagna.
C. Ufficio del Commissario
D. Merci celeri.
E. Ufficio per le merci e bagagli.
F. Stanza pei bagagli.
G. Dispensa dei viglietti.
H. Vestibolo.
L. Sala d'aspetto di I Classe.
I. » II Classe.
J. » III Classe.

Figura 15.ª Stazione di Seregno. — Strada da Milano a Como.

SPIEGAZIONI

A. Locale del caffè.
B. Vestibolo.
C. Locale di deposito.
D. Dispensa dei viglietti
E. Sala d'aspetto di I e II Classe.
F. » di III Classe.
G. Locale dei bagagli e scala pel primo piano superiore.

Il primo piano superiore è destinato per l'alloggio dei principali impiegati della stazione.

Figura 16.ª Stazione di Desio — Strada da Milano a Como.

SPIEGAZIONI

A. Dispensa dei viglietti e deposito dei bagagli.
B. Passaggio pel servizio dei bagagli.
C. Sála d'aspetto di I e II Classe.
E. Atrio verso la ferrovia.
F. Vestibolo che mette alla scala che serve d'accesso alla stazione.
G. Sala d'aspetto di III classe.

Le stazioni intermedie di 1.ª classe, oltre alle sale d'aspetto colle loro dipendenze, contengono sempre

Un serbatojo d'acqua e delle grue idrauliche.

Una rimessa almeno per due locomotive.

Una rimessa pei vagoni.

Dei pisciatoj.

E spesse volte: Un imbarcadero pei cavalli e le vetture.

Un imbarcadero per le merci.

Un imbarcadero pei carboni minerali.

Dei magazzini e delle tettoje pel servizio delle merci e dei carboni, e qualche volta: delle officine di riparazione più o meno vaste.

Non è soltanto in vicinanza agli edificj delle sale d'aspetto e negli stessi edificj che si debbono collocare le latrine ed i pisciatoj, ma eziandio nel lato opposto. Ciò è assolutamente necessario in tutte le stazioni ove i convogli si fermano per un tempo bastante da permettere ai viaggiatori di poter discendere dalle vetture.

Nelle piccole stazioni ove i treni non si fermano che uno o due minuti, basta la costruzione di latrine pei viaggiatori che arrivano o che aspettano il treno.

Inoltre è necessario di collocare dei pisciatoj esternamente alla stazione di 1.ª e di 2.ª classe.

I cavalli e le carrozze di posta sono caricati sopra rotaje laterali che comunicano colle principali col mezzo di cambiamenti di guide, oppure con piatteforme giranti.

Si fa lo stesso per le merci. Le tettoje sono disposte lateralmente, sia paralellamente alle rotaje, sia verticalmente. Nelle stazioni intermedie, ove il personale è poco numeroso, ed ove il caricamento dei vagoni è meno variato che nelle stazioni estreme, è d'uopo di collocarle sempre paralellamente.

Nelle stazioni in cui il commercio del carbon fossile deve avere qualche importanza è d'uopo costruire delle palizzate per lo scarico dei vagoni a botola, oppure delle strade elevate per lo scarico facile del carbone dai vagoni in altri vagoni od in carretti esistenti lungo le strade.

Il servizio dei carboni si colloca ordinariamente all'estremità delle tettoje delle merci, nel lato opposto alla stazione dei viaggiatori, e sullo stesso prolungamento delle rotaje per le merci; ma è indispensabile in tal caso di separare questi due servizj col mezzo di cambiamenti di rotaja, e di praticarvi degli accessi separati.

Allorquando lo scarico dei carboni si eseguisce sopra una strada separata è necessario di assegnare alle rotaje un lungo sviluppo.

Dei cortili speciali chiusi, più o meno vasti, devono essere riservati di fronte alle tettoje od ai marciapiedi scoperti pel servizio delle merci, come pure di fronte ai marciapiedi pel servizio delle carrozze di posta.

Abbiamo di già indicato che in alcune stazioni principali vi è un caffè con trattoria. Questi caffè hanno grandezze diverse. Si trovano in molte stazioni sulle strade del Nord e di Strasburgo.

Le sale da pranzo che si trovano nelle trattorie delle stazioni di Wolverton e di Swindon sulle strade inglesi da Londra a Birmingham e da Londra a Bristol servono nello stesso tempo di sale d'aspetto. Esse sono assai vaste e riccamente decorate. Quelle della stazione di Swindon, situate longitudinalmente a ciascun marciapiede, sono immense e costrutte con un lusso sorprendente.

A Swindon il caffè è costrutto nel mezzo, e divide la sala in due parti, l'una delle quali è destinata a raccogliere i viaggiatori di prima classe, e l'altra quelli di seconda e terza classe. A Wolverton vi sono due sale distinte, l'una per le prime classi, e l'altra per le classi inferiori.

Alla strada di Strasburgo vi sono dei caffè di due classi che non diversificano fra loro se non nella grandezza. La distribuzione è esattamente la medesima, in quanto ai locali destinati al servizio dei viaggiatori. Le dimensioni di quelli del secondo tipo sono soltanto più piccole di quelli del primo.

Alcune stazioni di seconda classe contengono eziandio, come quelli di prima classe, un serbatojo d'acqua e delle trombe idrauliche, una rimessa per le locomotive, una rimessa pei vagoni, un imbarcadero pei cavalli e le vetture, un imbarcadero coperto per le merci di qualche valore, e dei marciapiedi scoperti pel carico e scarico dei carboni, delle pietre ed altre merci di tale natura. È raro ciò nullameno che si trovino nelle stazioni di seconda classe delle rimesse per locomotive e vagoni, ed invece si incontrano spesso degli imbarcaderi per le merci.

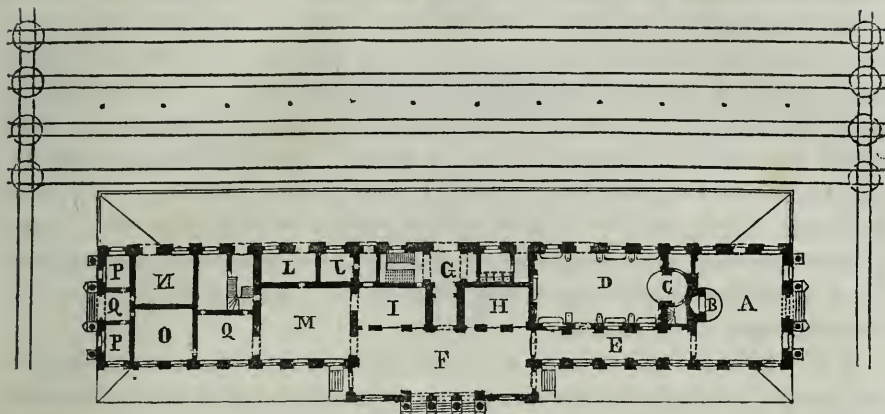
Nelle stazioni prossime ai confini è necessario di destinare una parte dell'edificio ad uso delle dogane. I locali di finanza devono trovarsi generalmente lateralmente alle rotaje che conducono ai confini, poichè è sempre all'uscita che ha luogo la visita. Questi locali sono divisi in due parti, l'una per la visita dei viaggiatori di prima e di seconda classe, l'altra pei viaggiatori di terza classe.

Stazioni esistenti lungo altre strade ferrate.

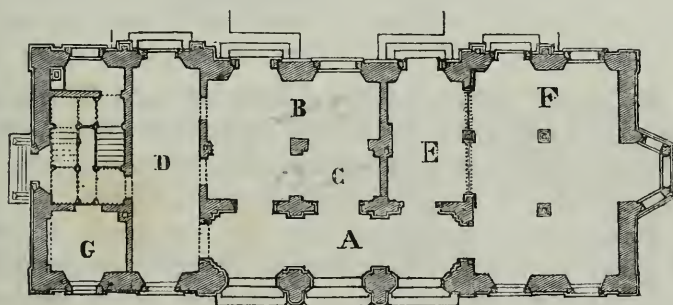
Le rotaje nelle stazioni belgiche e tedesche sono in generale disposte nello stesso modo che nelle stazioni delle strade ferrate francesi.

Gli edificj nei quali trovansi collocate le sale d'aspetto sono costrutti e distribuiti pressochè nell'egual modo di quelle francesi tanto nel complesso quanto nelle sue parti.

La fig. 16 rappresenta la pianta della stazione di Gand, che è una delle più importanti delle strade belgiche. E la figura 17 una delle stazioni di second' ordine delle strade ferrate badesi. L'edificio della stazione badese ha un piano superiore in tutta la sua estensione.

Figura 17.ª Stazione dei viaggiatori a Gand.

SPIEGAZIONI

A. Sala d'aspetto di III classe.
B. } Caffè.
C.
D. Sala d'aspetto di I e II classe.
E. Andito di passaggio alle sale d'aspetto.
F. Grande vestibolo.
G. Passaggi.
H. Dispensa dei viglietti.
I. Locale dei bagagli.
L. Conduttori dei convogli.
M. Posta lettere.
N. } Ufficj del capo-stazione e degli impiegati
O. } nella locomozione.
Q. }
P. Ufficio del telegrafo.

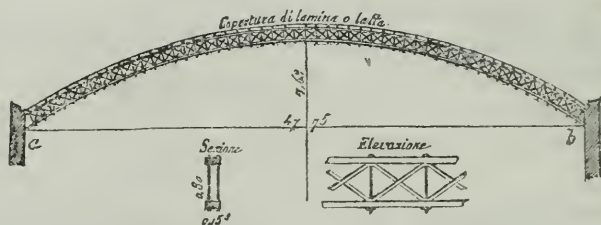
Figura 18.ª Pianta di una stazione badese.

SPIEGAZIONI

A. Vestibolo
B. Dispensa dei viglietti.
C. Ufficio del capo-stazione.
D. Ufficio dei bagagli.
E. Sala d'aspetto di I classe e II classe.
F. » di III classe.
G. Guardiani della strada.

Negli Stati Uniti le stazioni principali dei viaggiatori consistono in grandi tettoje, lungo un lato delle quali si collocano le sale d'aspetto, gli ufficj e gli alloggi, che si riducono spesso ad un piccolo numero di ambienti. Non

trovandosi colà che una sola classe di viaggiatori divisi in uomini e donne, bastano due locali per le sale d'aspetto, una stanza pei bagagli, un ufficio di distribuzione dei viglietti ed un ufficio pel capo-stazione. Tutti questi ambienti sono proporzionati all' importanza della stazione. Alle estremità delle linee gli edificj sono collocati in testa alla stazione, ciò che non è molto comodo pei viaggiatori. Alla strada nuovamente costrutta da Draton ad Hamilton la stazione di Cincinnati, che si trova in testa alla linea, consiste in una tettoja della larghezza di 24^{m} 70. I treni partono ed arrivano su di una medesima rotaja; non vi è quindi che un sol marciapiede di 7^{m} 00 di larghezza; alla metà della lunghezza del marciapiede si trovano gli ufficj disposti l'uno di seguito all'altro. La tettoja ha 150^{m} di lunghezza ed è coperta da tetto sostenuto da incavallature in legname.

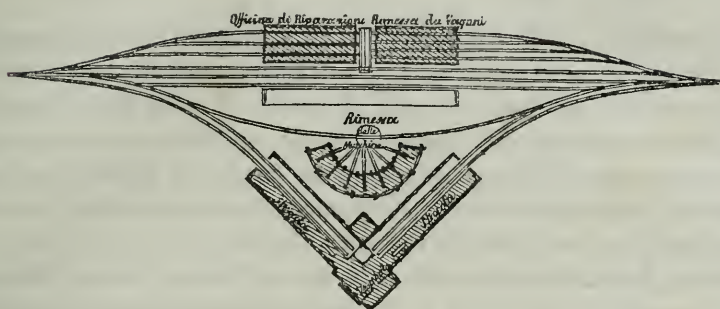
A Filadelfia la stazione della strada per Baltimora consiste in una tettoja, il cui coperto è composto da un'armatura in legname in arco di cerchio (fig. 19) della larghezza di 47^{m} 75 colle centine distanti fra loro 3^{m} 66. Quest' armatura ha le centinature dell' altezza di 0^{m} 61 e composte di due travicelli

Figura 19.ª

collegati con bolloni, la cui direzione si trova nel senso del raggio di curvatura dell'arco. I rami delle croci si sono tagliati con molta precisione per avere nelle travi longitudinali di collegamento la forma esatta dell'arco di mano in mano che si metteva in opera e che si serravano i bolloni. Per sostenere la spinta dell'armatura si collocarono delle chiavi orizzontali *a b* di ferro di 0^{m} 02 di diametro, le quali sono portate nel senso della lunghezza da cinque fili di ferro, sottilissimi. Quest'armatura col coperto di latta costa fr. 18,14 al metro superficiale.

A Niagara vi è la stazione dei viaggiatori che è comune alle strade di Nuova York e di Buffalo. Questa stazione ha la forma di una squadra, come l'indica la figura 20. Le sale d'aspetto sono comuni alle due strade. L'edificio è in muro coll'armatura del tetto in legname coperto di latta; ha la larghezza di 19^{m} 00, e la distanza fra loro delle centine è di 5 metri.

Le piccole stazioni dei viaggiatori sono per lo più costrutte e difese in legname come le stazioni che d'ordinario si costruiscono lungo le nostre

Figura 20.ª

Stazione di Niagara.

strade. Al primo piano superiore alloggiano uno o due impiegati. Nei luoghi di poca importanza gli edificj non contengono che una sala d'aspetto comune, un vestibolo, la dispensa dei viglietti e l'alloggio del capo-stazione.

Alla strada dell'Illinese centrale questi edificj hanno 16 metri di lunghezza sopra 8 metri di larghezza.

I caffè sono costrutti separatamente; in essi si trovano delle grandi sale, e longitudinalmente a queste i marciapiedi dei viaggiatori, i quali sono collocati a ciascun lato delle rotaje avendo la lunghezza di 200 metri.

Le stazioni delle merci consistono in tettoje, le cui dimensioni in lunghezza e larghezza sono proporzionate all'importanza della località. Le vetture ed i vagoni si trovano difesi da tavole poste sul prolungamento del tetto.

Fra la rotaja principale e la tettoja delle merci vi è uno o più binarj a seconda del luogo.

Le rimesse delle locomotive sono ordinariamente rettangolari. Su di alcune strade ferrate si trovano delle rimesse aventi la forma di un ferro di cavallo. Si evita più che sia possibile di passare sopra piatteforme giranti per entrare nelle rimesse.

Alla stazione di Baltimora lungo la strada da Baltimora all' Ohio si costrussero delle rimesse di locomotive fra due rotaje paralelle collocate alla distanza fra loro di 22 metri. Esse sono situate sopra rotaje che formano con quelle paralelle degli angoli di 30° (figura 12.).

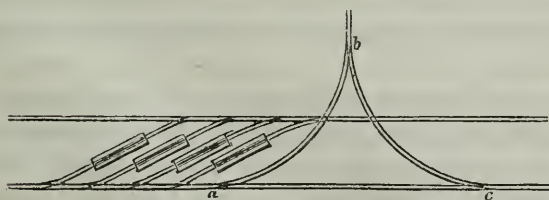



Figura 21.ª

Superiormente a ciascun binario obliquo si colloca la rimessa di una macchina

e se ne aggiungono successivamente delle altre a norma dei bisogni. Inoltre esistonvi due ruotaje di ritroso *ab* e *bc*, col mezzo delle quali si possono, come vedesi dalla figura, far girare le macchine senza impiegare le piatteforme giranti.

Le piatteforme giranti hanno 13^m 70 di diametro; esse sono composte da due travi in legname riunite fra loro con delle traverse sostenute nel mezzo da un perno, ed alla loro estremità da rotelle di ghisa che si movono col mezzo di ruote dentate che ingranano in un cerchio di rotazione in ghisa situato nel fondo della fossa, la cui altezza è di circa 1^m 50. Le manovelle, col mezzo delle quali si mette in movimento la piattaforma, sono poste esternamente alla medesima in vicinanza alla fossa.

A Nuova York gli imbarcaderi delle diverse linee di strade ferrate sono posti nel centro della città ed in vicinanza al porto. Per le linee delle strade di Hudson, River e Boston, che devono attraversare la città nel senso della loro maggior lunghezza, si decompongono i treni, vettura per vettura, e si fanno rimorchiare col mezzo di cavalli che corrono al trotto. Essi percorrono più chilometri di strada dall'imbarcadero sino all'ingresso della città, e reciprocamente seguendo le diverse strade che sono ordinariamente frequentate dalle vetture d'ogni specie e dai pedoni. Questi vagoni che hanno 15 metri di lunghezza girano facilmente anche nelle curve di 20^m di raggio per la loro speciale disposizione.

Le strade di Nuova York nelle quali passano questi convogli hanno la larghezza da 8 a 10 metri, fra i marciapiedi, i quali sono larghi 6^m 00.

Dimensioni delle stazioni intermedie.

Lungo la maggior parte delle strade ferrate francesi le stazioni non solo sono mal collocate, ma inoltre esse sono o troppo piccole o soverchiamente grandi. È di somma importanza di determinare la capacità che si deve dare agli edificj delle stazioni per un dato movimento. Per trovare questa capacità si sono istituiti degli studj sulle stazioni delle strade dell'Est in Francia, facendo rilevare le dimensioni di esse ed il movimento medio giornaliero dei viaggiatori, dei bagagli e delle merci, come pure il numero massimo dei viaggiatori e la quantità massima dei bagagli e delle merci che si presentano in un dato momento.

Da questi rilievi risultò che alle strade dell'Est la superficie dei fabbricati ad uso di stazione, costrutti fino al giorno d'oggi, hanno grandezze assai variabili, e ciò nullameno, se si eccettuano le stazioni che si possono collocare fuori classe, come quelle di Nancy, Metz, Frouard e Forbach, questi edificj si possono classificare in sei tipi.

Il più grande copre una superficie di terreno di met. quad. 405.

Il secondo da	met. quad.	260	a	275
Il terzo da	»	220	a	235
Il quarto da	»	200	a	220
Il quinto da	»	120	a	155
Il sesto da	»	85	a	105

Gli edificj delle stazioni dei cinque primi tipi si compongono di un corpo di fabbricato centrale, nel quale sono collocati la distribuzione dei viglietti, l'ufficio dei bagagli, la sala d'aspetto di prima classe ed il vestibolo. Il capo-stazione alloggia al primo piano. Le sale d'aspetto di seconda e di terza classe, l'ufficio delle merci celeri, la stanza del capo-stazione e le altre dipendenze si trovano nei fabbricati laterali.

Al primo tipo appartengono le stazioni di Luneville, Bar-le-Duc e Pont-à-Mousson.

Al secondo quelle di Toul, Vitry francese, Commercy, Sarreburgo e Leroville.

Al terzo quelle d'Ars, Brumath, Hochfelden e Novéant.

Al quarto le stazioni di Revigny, Nançois il piccolo, Sermaize, Héming, Avricourt, Varangeville e Sant-Avold.

Al quinto Embermenil, Rosières, Blainville, Marainvillers, Steinburgo, Dettwiller, Mommenheim, Vendenheim, Lutzelburgo, Fulquemont, Foug, ecc.

Al sesto ed ultimo, Peltre, Curcelles, Remilly, Marbache, Homburgo e Cocheren.

La superficie totale delle sale d'aspetto delle tre classi del primo tipo è

di circa	met. quad.	100
Del secondo tipo	»	80
Del terzo tipo	»	60
Del quarto tipo	»	60
Del quinto tipo	»	40
Del sesto tipo	»	25

Il primo tipo può bastare al movimento giornaliero di 200 viaggiatori e per un numero massimo di 450 viaggiatori che si presentino in una sola volta.

Questo movimento medio è quello della stazione di Luneville. Il numero massimo è eziandio quello che venne fornito dal capo di quella stazione.

Ripartendo i 450 viaggiatori sulla superficie di 100 metri quadrati, sarebbero senza dubbio molto incomodi, ma una simile affluenza non ha luogo che in via eccezionale e nella bella stagione; per cui si può far uscire sui marciapiedi, se non in tutto, almeno in una parte i viaggiatori; in tal caso

riesce vantaggiosa la costruzione delle tende che coprono i marciapiedi in tutta la loro larghezza, sotto le quali possono rimanere i viaggiatori contenuti nelle barriere, se ciò si ritiene necessario.

Il secondo tipo ammette un movimento giornaliero di cento viaggiatori ed un movimento massimo in un dato momento di 300, come a Toul.

Il terzo un movimento giornaliero medio di 90 viaggiatori ed un movimento massimo, in un determinato momento, di 600 viaggiatori, come alla stazione di Ars, movimento pel quale le sale d'aspetto sono del tutto insufficienti.

Il movimento medio giornaliero e quello massimo in un determinato momento pel quarto tipo ha luogo nella stazione di Varangeville, ove la circolazione ragguagliata dei viaggiatori è di 45 al giorno ed ove si contano fino a 160 viaggiatori in una sola volta.

Pel quinto tipo il movimento medio giornaliero dei viaggiatori varia da 12 a 15 soltanto; il movimento massimo in un dato istante è di 30 a 40 viaggiatori. Ciò non pertanto in quella di Dettwiller raggiunge gli 80 e nella stazione di Vendenheim i 106.

Nelle stazioni dell'ultima classe non si calcola che su di un movimento giornaliero da 12 a 20 persone, ed il movimento massimo varia da 12 a 57.

Le sale d'aspetto che servono per le tre classi, nelle stazioni ove l'edificio copre metri quadrati 84, sembra sufficiente. La superficie è di circa 25 metri. Ma l'ufficio del capo-stazione servendo per la distribuzione dei viglietti, e la stanza pei bagagli e le merci celeri servendo eziandio pei lampanaj, sono troppo piccole. Ampliandole convenientemente, si porta la superficie totale da 104 a 108 metri circa.

Allorchè si calcolano le dimensioni delle stazioni è d'uopo non solo aver riguardo al movimento che si suppone possa aver luogo all'epoca dell'apertura della strada, ma si deve tener conto ancora dei presumibili accrescimenti di movimento, o meglio ancora è d'uopo disporre in modo le cose da poter ingrandire le sale d'aspetto, aggiungendo una o più campate all'edificio.

Siccome in generale è assai difficile di calcolare esattamente il movimento di una stazione, quest'ultimo partito sarebbe il migliore da seguirsi per le stanze dei bagagli e per le tettoje delle merci, non che per le sale d'aspetto. Non sono che i corpi centrali degli edificj a due piani che non si possono ampliare; per cui è d'uopo assegnare tosto ai medesimi le dimensioni convenienti. — La superficie di questi corpi degli edificj centrali è

Nelle stazioni di primo tipo di	. . .	met. quad.	175
»	secondo tipo . . .	»	125
»	terzo tipo	»	97
»	quarto tipo	»	105
»	quinto tipo da . . .	»	90 a 105

La superficie coperta dalle fabbriche centrali di quarto e quinto tipo è maggiore di quella degli edificj del terzo tipo, inquantochè in questi ultimi le ale laterali sono state soppresse.

Parlando delle dimensioni da assegnarsi alle sale d'aspetto nelle stazioni estreme, abbiamo di già indicato come si deve calcolare lo spazio destinato pei viaggiatori nelle diverse classi.

Il movimento massimo dei viaggiatori in un dato istante è il principale elemento di calcolo delle dimensioni da darsi alle sale d'aspetto, ammesso che i viaggiatori stessi restino rinchiusi in queste sale. Se al contrario si suppone che una parte si possa trovare sui marciapiedi, la superficie delle sale deve essere bastante per contenere il numero dei viaggiatori che vi deve dimorare, per esempio quello che formerà il movimento massimo in un dato istante nell'inverno. Partendo da quest'ultima base, alla stazione d'Enghien-Montmorency si assegnò alle sale d'aspetto la sola superficie di metri quad. 54 30.

Il movimento massimo dei viaggiatori in una stazione intermedia ed in un dato istante dipende nello stesso tempo dal numero dei viaggiatori che si presentano per un treno e dal numero dei treni che passano nella medesima ora, ovvero a breve intervallo, l'uno dall'altro. Due treni che si incrocicchiano in una stazione passano esattamente nella medesima ora. Ciò è un caso assai comune. Alla stazione d'Epernay, ove la strada di Reims si congiunge a quella di Strasburgo, si è costretti sovente di riunire nella medesima sala i viaggiatori di tre treni.

Necessita quindi che i viaggiatori si portino sui marciapiedi, allorchè la sala d'aspetto è insufficiente per contenerli, e che una parte dei bagagli sia disposta sotto una tenda od altra difesa. Nella calcolazione della superficie da assegnarsi al locale pei bagagli si deve adunque aver riguardo a queste circostanze.

Non è la quantità dei bagagli corrispondente ad un determinato movimento massimo che deve essere depositata e manipolata nel locale, ma una parte soltanto di questa quantità.

Il volume dei bagagli e delle merci celeri esercita senza dubbio una maggior influenza che il suo peso sullo spazio che deve essere destinato al servizio. Gli articoli delle merci celeri sono generalmente meno voluminosi che i bagagli. Si può ammettere che il volume dei primi, per uno stesso peso, è presso a poco la metà del volume dei secondi.

Per calcolare almeno approssimativamente lo spazio necessario per deporre e manipolare una determinata quantità di bagagli e di merci celeri, venne accumulato su di un metro quadrato la maggior quantità dei bagagli delle diverse specie che si ha l'abitudine di collocarvi allorchè la ristrettezza dei locali obbliga a ciò effettuare; e dietro il parere dei capi-stazione più esperti

si è raddoppiato questo spazio per determinare quello che è necessario alla manipolazione dei bagagli.

In tal maniera si è trovato che per deporre e manipolare convenientemente 1000 chilogrammi di bagagli è d'uopo di uno spazio da 20 a 25 metri quadrati, ovvero in altri termini che si possono manipolare da 40 a 50 chilogrammi di bagagli per ciascun metro quadrato.

Nei casi eccezionali se ne manipolerà certamente una maggior quantità, ma allora il servizio si farà con fatica e con maggior dispendio.

Per gli articoli delle merci celeri lo spazio di deposito si ridurrà alla metà di quello più sopra indicato.

Avendo così riguardo al movimento massimo dei bagagli e delle merci celeri, e supponendo che una parte possa essere deposta sui marciapiedi, la superficie dei locali dei bagagli e delle merci celeri nelle stazioni che esistono lungo la strada di Strasburgo venne regolata nel seguente modo:

Stazioni di Bar-le-Duc, di Luneville di Pont-à-Mousson (1.° tipo) della superficie da . . . . . met. quad. 63 a 75
Stazioni del 2.° tipo . . . » 50
» 3.° tipo da . . » 25 a 30
» 4.° tipo da . . » 20 a 25
» 5.° tipo da . . » 16 a 25
» 6.° tipo . . . » 16

Nelle stazioni dei due primi tipi, la manipolazione dei bagagli e degli articoli delle merci si eseguisce in separati scomparti. La divisione dello spazio fra le diverse qualità degli oggetti, ha luogo secondo i rapporti che esistono delle quantità trasportate. Laonde se nella stazione di Bar-le-Duc le due superficie pei bagagli e per le merci celeri non sono pressochè eguali ed a Pont-à-Mousson la parte occupata dalle merci celeri è minore di un terzo di quella dei bagagli, ciò dipende dall'esser poco in quest'ultima stazione il carico delle merci celeri, e viceversa molto quello dei bagagli, mentre che a Bar-le-Duc si caricano presso a poco le medesime quantità degli uni e degli altri.

Nelle stazioni dei quattro ultimi tipi i bagagli e gli articoli delle merci celeri sono manipolati nella medesima stanza, la quale nelle stazioni di terzo, quarto e quinto tipo serve eziandio per la distribuzione dei viglietti. In quelle del sesto tipo si comprende ben anche il luogo dei lampanaj.

L'ufficio del capo-stazione, se contiene l'apparato pel telegrafo, non deve avere la superficie minore da 24 a 25 metri quadrati, nelle stazioni di primo e secondo tipo.

Nelle stazioni di terzo e di quarto tipo, quantunque in molti luoghi siano stati assegnati met. quad. 12 di superficie, ciò è assolutamente insufficiente ed occorre non meno della superficie di 16 metri.

Un'egual superficie di 16 metri quadrati si assegna all'ufficio del capo-stazione in quelle di quinto e sesto tipo, ma esso serve in pari tempo pel telegrafo e per la distribuzione dei viglietti.

I locali destinati particolarmente per la distribuzione dei viglietti nelle stazioni di primo tipo hanno la superficie di 12 metri quad., ed in quelle di secondo tipo di 10 metri quadrati.

In quelle di quarto e quinto tipo, quantunque siano stati assegnati molte volte met. quad. 5, è d'uopo portarli alla superficie da 8 a 9 metri quadrati.

Nelle stazioni di terzo tipo, la distribuzione di viglietti si fa nelle stanze dei bagagli, la cui superficie è di 24 metri quadrati.

In Francia non viene destinato un locale apposito pel telegrafo se non che in quelle stazioni in cui trovasi un impiegato dello Stato. Questo impiegato dovendo dimorare nel locale del telegrafo, è d'uopo assegnare al medesimo le stesse dimensioni di quello del capo-stazione.

Il locale d'ufficio del commissario di sorveglianza, ove trovasi la necessità di destinare un tale impiegato, deve avere la superficie da 15 a 16 metri quadrati.

La superficie del vestibolo nelle stazioni del primo tipo è da 50 a 55 metri quadrati.

In quelle di secondo, terzo e quarto tipo da 25 a 28 metri quadrati.

Nelle stazioni di quinto tipo da 21 a 24 metri quad., e nel sesto tipo si limita a 10 metri superficiali.

Il locale pei lampanaj, nelle grandi stazioni, ha 16 metri quadrati, e nelle stazioni di secondo, terzo e quarto ordine non ha che da 10 a 13 metri superficiali, servendo anche contemporaneamente di magazzino. Nelle stazioni di ultimo ordine, esso si riunisce alla stanza dei bagagli e delle merci celeri, la quale deve avere almeno 16 metri quadrati di superficie.

Allorquando si trova un magazzino, esso ha le medesime dimensioni del locale dei lampanaj.

La superficie delle latrine isolate nelle grandi stazioni è da 25 a 40 metri quadrati per ciascun corpo.

Nelle stazioni però di minor importanza, nelle quali il tempo di dimora dei treni è sempre brevissimo, basta la superficie da 20 a 25 metri quadrati.

La superficie delle strade o marciapiedi pei viaggiatori per ambedue i lati di arrivo e partenza è:

Nelle stazioni del	1.° tipo . . .	met. quad.	916
»	2.° tipo . . .	»	886
»	3.° tipo . . .	»	676
»	4.° tipo . . .	»	705
»	5.° tipo . . .	»	547
»	6.° tipo . . .	»	740

I marciapiedi hanno la lunghezza da 80 a 100 metri, e la larghezza da 3, 4 a 5 metri.

Il locale destinato pel caffè, nelle stazioni di primo tipo, occupa la superficie di 350 metri, e di 280 metri in quelle di secondo tipo.

A Epernay, ove si fermano la maggior parte dei treni, la superficie occupata dal caffè è di 800 met. circa; la sala per la trattoria ha essa sola 400 met. quadrati, ma deve contenere alcune volte fino a 150 persone.

Uno studio maturo sui bisogni del servizio ha condotto per la strada dell'Est ad adottare gli stessi tipi di quelli della strada da Parigi a Strasburgo ed a conservare generalmente, pei tipi della medesima importanza, non solo l'identica superficie per l'insieme del fabbricato, ma ben anche la medesima estensione per l'edificio centrale, per le sale d'aspetto, pel locale dei bagagli, l'ufficio del capo-stazione, quello della distribuzione dei viglietti, ecc. Si è trovato soltanto di ampliare l'edificio del tipo sesto, portandolo a 105 ed a 115 metri quadrati in luogo di 80 a 85 metri.

Non abbiamo fatto alcuna parola delle stazioni fuori classe, inquantochè le dimensioni di alcune delle parti di queste stazioni, come sono le sale di aspetto ed i locali dei bagagli, sono assai variabili secondo la loro importanza. Ciò non pertanto crediamo utile di presentare la seguente tavola, ove si trovano indicate le principali loro dimensioni.

DISTRIBUZIONE	Nancy	Metz	Strasburgo	Forbach
	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.
Vestiboli	228, 00	93, 00	155, 00	93, 00
Ufficio di distribuzione dei viglietti	12, 65	14, 00	10, 00	10, 00
Sale d'aspetto	176, 80	189, 00	242, 00	103, 00
Ufficio del capo-stazione	23, 16	16, 00	24, 00	11, 00
» del sotto-capo	5, 93	22, 20	12, 85	11, 00
» del commissario di sorveglianza	10, 65	16, 00	39, 55	13, 00
» del commissario di polizia .	»	»	»	14, 00
» del telegrafo . . . . ,	9, 18	11, 00	25, 20	8, 00
Locale dei bagagli { d'arrivo . . .	140, 00	19, 00	284, 50	28, 00
Locale dei bagagli { di partenza . .	118, 25	286, 00	242, 00	39, 07
Sale di visita	51, 00	40, 00	»	107, 00
Ufficj delle merci celeri	23, 50	417, 00	»	»
» di dogana	9, 60	82, 00	120, 00	125, 00
Locale dei lampanaj	25, 75	36, 00	39, 00	13, 00
Latrine	42, 00	60, 00	95, 00	67, 00
Caffè e dipendenze . . . . . ,	174, 00	159, 00	210, 00	95, 00

Officine.

Si distinguono le officine delle grandi riparazioni da quelle delle piccole riparazioni.

Sulla stessa linea, per quanto sia importante, non esiste che una sola officina per le grandi riparazioni. Questa officina per servire alle riparazioni consiste in una vera fabbrica di macchine, imperciocchè per il ristauro di una macchina locomotiva dopo un lungo uso occorrono dei lavori del tutto eguali a quelli per costruirla.

In quanto alle officine per le piccole riparazioni, alle quali si dà la denominazione di depositi, non si fa in esse ordinariamente che la sostituzione dei piccoli pezzi guasti ed inservibili.

Sulle linee di limitata lunghezza situate in vicinanza alle città od alle fabbriche si ommette di costruire delle officine per le grandi riparazioni, e si ritraggono dai vicini stabilimenti i pezzi da sostituirsi, come sono le sale, i pezzi fusi, ecc., ma è sempre d'incomodo il dover dipendere da questi stabilimenti.

Laonde alla strada da Liverpool a Manchester, ove al principio si trovavano le officine di riparazione molto piccole e limitate di utensili, quegli amministratori non tardarono tosto a sentire la necessità di rendersi indipendenti e furono perciò condotti gradatamente ad aumentare l'estensione delle loro officine ed a provvedersi di una maggior copia di utensili.

Attualmente su tutte le grandi linee si è seguito l'esempio della strada da Liverpool a Manchester.

Sulle diverse strade da noi citate le officine delle grandi riparazioni sono disposte in modo differente.

Alla strada da Londra a Birmingham furono costrutte in vicinanza alla stazione di Wolwerton, che è a metà strada dalle indicate due città; alla strada da Bristol a Swindon si eressero a due terzi dalla distanza da Londra a Bristol; alla strada di gran congiunzione si costrussero, a Crewe, che è circa a metà strada da Birmingham a Liverpool.

In Francia alla strada d'Orleans le grandi officine si trovano ad un chilometro di distanza dalla stazione dei viaggiatori di Parigi. Alla strada di Roano sono a Sotteville, lontane 2 chilometri da Roano. Le officine delle strade di S. Germano e di Versaglia (sponda destra) sono distanti 2 chilometri dalla stazione di Parigi; alla strada da Basilea a Strasburgo le officine sono a poca distanza dalla stazione di Molosa, ed a 110 chilometri da Strasburgo ed a 30 chilometri da Basilea. Sulla strada da Montpellier a Nîmes furono costrutte nella stessa stazione di Montpellier.

Alla strada di Strasburgo le officine sono collocate ad Épernay, a 141 chilometri da Parigi ed a 360 da Strasburgo. Dapprima si erano progettate a

Parigi, e se non fosse stata la circostanza di dover utilizzare delle spese considerevoli di già sostenute per la costruzione provvisoria di Epernay, probabilmente si sarebbero erette a Bar-le-Duc, che riesce al centro della linea.

Nel Belgio le officine centrali di Malines sono distanti 25 chilometri da Brusselles, 55 chilometri da Gand, 25 chilometri da Anversa, ed 85 chilometri da Liegi.

In Germania sulla grande strada settentrionale da Vienna a Raab le officine delle grandi riparazioni fanno parte dell'edificio della stazione di Vienna.

In Toscana l'officina della strada Leopolda è collocata nella stazione di Firenze.

Da tutto ciò si vede che gli ingegneri delle grandi linee non si sono curati di collocare le officine in un punto determinato della strada, come sarebbe il mezzo od uno degli estremi. Essi le hanno costrutte alcune volte in un punto, altre in un punto diverso, e dovunque si poterono acquistare delle vaste superficie di terreno in vicinanza alla linea per un prezzo moderato.

Allorquando le officine principali sono collocate nelle stazioni di partenza o d'arrivo, esse si trovano sotto la sorveglianza immediata dell'ingegnere in capo e degli amministratori, i quali d'ordinario abitano nelle città agli estremi delle linee; ma da un altro canto esse occupano in queste stazioni un terreno che d'ordinario è assai costoso, e qualora la stazione si trovi nell'interno della città, gli operaj devono sottoporsi ad una spesa rilevante nell'alloggio e nel mantenimento.

Inoltre esse diventano focolaj d'insurrezione assai pericolosi nel caso di un'agitazione politica.

Al contrario se le grandi officine sono lontane dalle città, si possono disporre facilmente nei grandi centri di produzione, ove gli operaj possono ottenere gli oggetti di prima necessità a buon patto, essere alloggiati e nutriti a basso prezzo, e non esposti all'influenza demoralizzatrice delle grandi città. Inoltre si possono meglio sorvegliare e dirigere.

Le officine ausiliari ed i depositi sono distribuiti sulla linea a varie distanze.

Alla strada d'Orleans trovansi costrutte ad Orleans; ad Etampes distante 65 chilom. da Orleans; a Corbeil a 31 chilom. da Parigi; a Tury a 33 chilom. da Etampes, ed a S. Michele a 29 chilom. da Parigi.

Alla strada di Roano, ove trovasi appaltato l'esercizio, le officine per le piccole riparazioni sono collocate presso Batignolles.

Alla strada di Strasburgo si trovano dei depositi a Parigi, a Meaux (45 chilometri da Parigi), a Chateau-Thierry (50 chilometri da Meaux), a Epernay (45 chilometri da Château-Thierry), a Blesme (75 chilometri da Epernay),

a Bar-le-Duc (37 chilometri da Blesme), a Leroville (35 chilometri da Bar-le-Duc) a Nancy (63 chilometri da Leroville), a Sarreburgo (79 chilom. da Nancy), a Saverna (27 chilom. da Sarreburgo), a Metz (56 chilom. da Nancy), ed a Forbach (72 chilom. da Metz).

Sulla strada di Lione i depositi sono situati a Parigi, a Montereau, a Laroche, a Tonnerre, a Monbar, a Digione, a Chalons, a Mâcon ed a Lione, alle distanze di 79, 76, 42, 46, 72, 58 e 66 chilom.

In principio i depositi erano assai vicini, cosicchè sulla strada d'Orleans si trovavano generalmente discosti di 25 chilometri soltanto, e su quella di Lione non si erano collocati a distanze maggiori di 40 chilometri. Ma perfezionatosi il materiale, ed i macchinisti avendo acquistata una maggior capacità, si è potuto aumentare il cammino delle macchine, allontanando perciò i luoghi di deposito. Attualmente si tengono discosti l'uno dall'altro sino di 80 chilometri senza alcun inconveniente. Qualora si trovano più vicini, ciò dipende da circostanze del tutto speciali.

Laonde sulla strada di Strasburgo la costruzione del deposito di Meaux fu obbligata pei treni del servizio locale, quello di Blesme per la diramazione di Gray, quello di Leroville per la vicinanza delle rampe, quello di Nancy per la diramazione di Metz, e quello di Saverna per la vicinanza delle gallerie e pel servizio del distretto di Strasburgo.

Sulle grandi linee oltre alle officine principali si trovano sempre delle officine ausiliarie situate spesso nelle stazioni d'arrivo e di partenza, ovvero in prossimità di esse.

Così sul *Great-Western railway* si trova un' officina ausiliaria nell' interno della stazione di Londra e ad una piccola distanza da quella di Bristol sulla strada da Londra a Birmingham nella stessa stazione di Birmingham ed in vicinanza della stazione di Londra (Cambden Town).

Alla strada di Strasburgo oltre alle grandi officine di riparazione per le macchine, che si trovano ad Epernay, esistono delle officine di un' importanza secondaria a Montigny-lez-Metz, ed un' officina per la riparazione e verniciatura dei vagoni alla Villetta presso Parigi.

Alla strada di Lione le grandi officine sono a Parigi ed inoltre ne esiste una succursale di qualche importanza a Digione, ove si dirama la strada di Besanzone.

Durante la notte ordinariamente le macchine si distaccano e sono tradotte o nelle rimesse o nelle officine per difenderle dalle intemperie. Allorchè adunque queste officine non sono collocate nella stessa stazione, le macchine devono tutti i giorni percorrere una determinata distanza. È d'uopo di evitare più che sia possibile questi movimenti, i quali moltiplicandosi finiscono a diventare assai dispendiosi. D'altra parte le riparazioni da eseguirsi alle macchine, ai tender ed ai vagoni sono ben più facili allorchè le officine si trovano

in vicinanza alle stazioni; soprattutto poi importa pel servizio che le comunicazioni fra le stazioni e le officine, rimesse e magazzini dei materiali siano facili e pronte.

Abbiamo di già parlato intorno alla superficie occupata dalle officine principali delle diverse strade ferrate; ora verremo a discuterne alcuni particolari. Queste officine devono sempre contenere:

Un' officina per la montatura delle macchine con dei banchi per gli aggiustatori.

Un' officina per le macchine-utensili.

Un locale per le fucine.

Un' officina speciale per la riparazione delle ruote.

Un' officina per la costruzione e riparazione delle caldaje, delle locomotive e dei tender.

Un'officina per la riparazione delle vetture.

Un locale per le verniciature ed uno per la selleria, colle dipendenze relative ai piccoli lavori da tornitore in legno, da costruttore dei carri, ecc., ed una tettoja con un cortile pei legnami.

Dei magazzini coll'alloggio del magazziniere.

Un corpo di fabbricato in cui sia l'alloggio del direttore, di alcuni artefici, dei disegnatori, e per l'ufficio dell'amministrazione delle officine.

Dei serbatoj d'acqua e delle trombe idrauliche.

Alcune volte, ma assai di rado, esse contengono una fonderia di ferro, ma più sovente una fonderia di rame.

Alla strada di gran congiunzione già da qualche anno le officine vennero divise in tre grandi sezioni, cioè:

1.° la sezione per la riparazione delle macchine,

2.° la sezione per la riparazione delle vetture pei viaggiatori,

3.° la sezione per la riparazione dei vagoni delle merci.

Gli edificj che contengono le officine ordinariamente sono circondati da uno o più cortili quadrilateri (Orleans, Wolwerton, Crewe, Malines, Vienna).

Questa disposizione è assai conveniente, inquantochè permette

1.° di poter illuminare le officine,

2.° di non lasciar entrare nè uscire gli operaj che da una sola porta.

3.° di stabilire una comunicazione facile fra le diverse parti del fabbricato,

4.° di lasciare in libertà uno spazio conveniente pei cantieri ad aria libera al centro stesso delle officine ed a portata di ciascun operajo,

5.° di rendere facile la sorveglianza; condizioni tutte che sono assai importanti da soddisfarsi simultaneamente.

Una disposizione difettosa delle officine, come pure una disposizione malamente studiata delle stazioni, conduce a dover sostenere delle spese di esercizio molto più forti di quanto si sarebbe preveduto.

Le fucine ed i locali destinati alla montatura ed alla costruzione delle caldaje, delle locomotive e dei tender sono collocati generalmente sotto semplici tettoje.

Anche gli edificj per le macchine-utensili si dispongono spesse volte sotto porticati, come sono quelli delle strade d'Orleans, Wolwerton, Crewe.

Cionondimeno alcune volte sono costrutte a due piani. In tal caso le grosse macchine si pongono nel piano terreno, e le macchine più leggeri al primo piano superiore. Gli edificj per la riparazione delle vetture sono per lo più a due piani. — Le verniciature ed i lavori da sellajo si fanno al primo piano, e le opere da falegname al piano terreno.

Le officine a due piani devono essere naturalmente più economiche di quelle ad un sol piano, ma il servizio riesce più difficile ed il movimento molto più costoso.

Ordinariamente le officine vengono illuminate lateralmente col mezzo di grandi finestre. È indispensabile che i locali di montatura e quelli delle macchine-utensili siano molto illuminati.

I pezzi per la riparazione delle macchine si passano primieramente alle fucine, poi nei locali delle macchine-utensili, ed in fine impiegati nell'officina di montatura. È quindi conveniente che i fabbricati per le fucine, macchine-utensili e montatura siano collocati l'uno di seguito all'altro.

I banchi d'aggiustatura si collocano nelle officine delle macchine-utensili ed in quelle di montatura, ma è d'uopo evitare di situarli nei locali delle fucine, mentre la polvere di carbone penetrando nelle macchine-utensili e nelle locomotive, esse ne verrebbero danneggiate.

Lavorando i falegnami nello stesso tempo intorno alle macchine, ai tender ed alle vetture, i portici ai medesimi destinati non devono essere molto discosti nè dalle officine per la riparazione delle macchine, nè da quelle pel ristauro delle vetture.

Il locale ove si costruiscono e si riparano le caldaje delle locomotive ed i tender (*Chaudronnerie*) deve possibilmente essere situato fra l'edificio delle fucine ed i portici dei falegnami, od almeno in prossimità all'uno od all'altra; la fonderia dell'ottone si deve collocare di fianco al luogo ove si costruiscono le caldaje.

Le officine devono essere molto vaste onde situarvi facilmente gli apparati e perchè gli operaj possano girare e lavorare con facilità.

L'armatura del tetto delle officine di riparazione deve essere assai solida onde si possano scegliere i punti d'appoggio per gli alberi e le ruote che servono a mettere in movimento le diverse macchine.

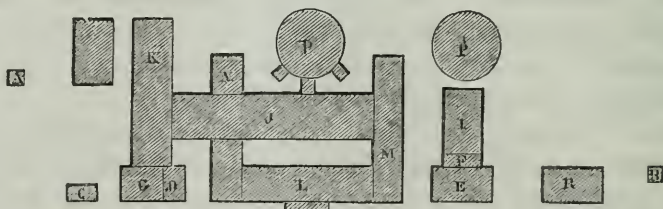
Nelle altre officine i tetti possono essere più leggieri; cionondimeno sarà conveniente di combinarli in maniera che si possano avere dei punti d'appoggio per le grue di 3 a 4 mila chilogrammi.

Le officine di montatura sono in generale munite di grandi grue circolanti con cui si possono sospendere le caldaje delle macchine, separarle dal loro treno e sollevare contemporaneamente tutta la macchina intera. Questa disposizione è molto più economica che quella di avere per ciascuna macchina un apparato fisso per sollevarla. Ma il materiale delle strade ferrate esige inoltre per le opere di costruzione e di manutenzione degli utensili di una grande importanza e del tutto speciali, particolarmente per ciò che concerne le ruote e le molle, inquantochè la riparazione delle ruote genera la spesa più considerevole delle officine.

I meccanismi che costituiscono gli istrumenti per la costruzione e per la riparazione delle locomotive sono poco diversi da quelli coi quali si costruiscono le macchine fisse.

È conveniente il collocare delle rotaje di ferro in tutte le parti dell'officina ove si denno condurre i pezzi da ripararsi, e specialmente nei locali in cui devono entrare le macchine, come sono le officine di ristauro delle caldaje, non che le officine dei falegnami, dei tornj, delle macchine da forare e degli apparati di congiunzione (*calage*).

La superficie della parte coperta dell'officina della strada ferrata di Strasburgo si suddivide nel seguente modo (fig. 22.ª).

Figura 22.ª

A	Custode	9 × 9	=	81	412
B	Magazziniere del coke	9 × 9	=	81	
C	Alloggio	20 × 12,05	=	250	
D	Ufficj	12 × 24	=	288	1 456
E	Magazzini	40 × 24	=	960	
F	Magazzino dei ferro	8 × 26	=	208	
G	Locale pei falegnami	28 × 24	=	672	2 854
H	Magazzino dei legnami	40 × 24	=	960	
I	Fabbricato disponibile	47 × 26	=	1222	
J	Montatura — Macchine	136 × 30	=	4080	6 680
K	Montatura — Tender	100 × 26	=	2600	
L	Aggiustatura	90 × 24	=	2160	5 782
M	Fucine	100 × 20	=	2000	
N	Locale di riparazione delle caldaje e dei tender	70 × 20	=	1400	
O	Macchine a vapore	25 × 4	=	100	
P	Passaggi	12 × 6	=	72	
PP	Rimesse di locomotive				
					17 184

La superficie del terreno è di 9 ettari.

Questa officina basta per la riparazione di un materiale da 250 a 300 locomotive.

Casini dei guardiani.

Dopo di aver parlato delle fabbriche costrutte nelle stazioni pel servizio dei viaggiatori e delle merci e per le officine, sarà opportuno di dare qualche cenno intorno agli edificj destinati per l'alloggio dei guardiani o custodi dei passaggi a livello, che sono disposti in prossimità a tali passaggi.

Le case dei custodi che in origine furono costrutte lungo le strade ferrate, in esercizio si riconobbe in seguito che avevano dimensioni e forme poco adatte, dimodochè hanno obbligato a sostenere dipoi delle spese di qualche rilievo per rimediarvi. Lungo le strade ferrate del Nord, di Lione e di Strasburgo le case dei guardiani costrutte dallo Stato sono composte di un piano terreno, di un piano superiore e di un sotterraneo molto vasto. Esse costarono franchi 4000 per un medio cadauna. Lo stesso si è verificato per le case dei custodi che si sono erette dal Governo francese sui diversi canali.

Le società avendo riconosciuto che vi era maggior sicurezza e da ultimo anche l'economia nel costruire le case dei guardiani a tutti i passaggi a livello, affinchè il servizio venisse eseguito dalle mogli dei lavoratori impiegati nella manutenzione della strada, ed avendo perciò richiesto di aumentare il numero delle case dei guardiani da quello che era al principio, si è cercato di poter costruire dei fabbricati di un' importanza minore ed in conseguenza con una spesa molto più limitata.

Alle strade ferrate del Nord e da Amiens a Boulogne si costrussero i casini col solo piano terreno e solajo, con un forno ed una cantina, la cui spesa si limitò in tal maniera a fr. 2200. Ma si riconobbe che essi erano troppo piccoli; per cui nelle nuove linee venne adottato un altro progetto, il quale ha portato la spesa a franchi 4000, ossia conforme a quella più sopra indicata pel primo tipo.

Il tipo delle case dei guardiani lungo la strada del Mezzodì della Francia non ha che il piano terreno, composto di tre camere. Il loro costo fu di franchi 2700. — Si sono fatti molti progetti per le nuove linee concesse alla Società dell' Est.

Uno di questi comprenderebbe tre locali al piano terreno con un forno ed una piccola cantina che sporgono dal corpo principale. Superiormente a questi si trova un solajo, al quale si ascende mediante una scala a piuoli. La superficie totale del piano terreno sarebbe di 54^{m} 46. L' esterno dell' edificio riuscirebbe pressochè conforme alle case dei guardiani della strada di Strasburgo.

Con un altro progetto si avrebbero due corpi di fabbricato congiunti. L'anteriore non avrebbe che il piano terreno, mentre sul posteriore si erigerebbe un altro piano. Nel piano terreno del corpo posteriore si troverebbe il forno,

una cantina ed un altro locale ad uso di magazzino; e nel piano superiore due camere da letto. La spesa di costruzione salirebbe a fr. 2700.

La Società dell'Est ha adottato quest'ultimo progetto per le case dei guardiani da costruirsi ai passaggi a livello che dovranno aver luogo sulle linee nuovamente concesse.

La cifra di fr. 2700 è la spesa che occorre nei casi ordinarj. Potrebbe però essere aumentata, qualora si dovessero costruire delle fondazioni eccezionali.

In quanto alle case dei guardiani da costruirsi pel servizio dei passaggi a livello nelle città o nei capo-luoghi distrettuali, essi avrebbero la medesima forma e presso a poco quella indicata nella fig. 23.ª Le dimensioni sarebbero soltanto alquanto maggiori ed avrebbe una stanza di più al piano terreno. La spesa per quest'ultimo tipo risulta di fr. 3200.

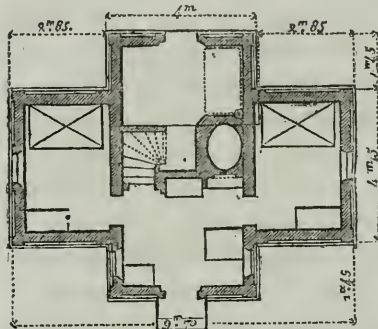



Figura 23.ª

Lungo la massima parte delle strade ferrate Lombardo-Venete le case dei guardiani consistono in soli due locali terreni, con un'andatoja nel mezzo. Uno di questi locali serve per cucina, l'altro come stanza da letto, e l'andatoja per riporvi gli attrezzi. Queste case costarono per un medio austr. L. 4000.

DECORAZIONI ARCHITETTONICHE DELLE STAZIONI

L'architettura di un monumento deve indicare la sua destinazione. I peristilj sono adattati pei teatri, pei tempj antichi e per le chiese moderne. Le aguglie, le torri elevate, le porte e le finestre a sesto acuto caratterizzano le chiese del medio evo. Le tettoje delle strade ferrate e specialmente quelle collocate alle loro estremità hanno anch'esse un'architettura speciale. Nelle stazioni poste al principio od al termine di una strada, come in tutti gli edificj destinati alla riunione di un pubblico numeroso, esistono sovente dei peristilj, nel fondo dei quali si trovano delle porte o delle finestre arcuate di grandi dimensioni destinate a dar luce agli immensi vestiboli ed a dar sfogo ai numerosi viaggiatori che si conducono da ciascun convoglio. Ma ciò che caratterizza specialmente la facciata principale è un orologio *monumentale*, e qualora a questa facciata corrisponda l'estremo della tettoja, un arco od un immenso frontone che dinoti la forma del tetto che copre l'imbarcadero dei viaggiatori.

La stazione a Parigi della strada ferrata dell'Est presenta un esempio dei più saglienti dell'architettura delle strade ferrate. Si lamenta però che le vet-

ture non possono entrare sotto il colonnato per lasciar discendere ed accogliere al coperto i viaggiatori. Ma in causa dell'aprimento del passeggio di Sebastopoli, essendo derivata la necessità di costruire una gradinata, venne impedito ai ruotanti di poter accedere al porticato. I capitelli delle colonne sono ornati da sculture che comprendono i diversi prodotti agricoli coltivati lungo la linea percorsa dalla strada. Questa decorazione originale è di buon effetto. Superiormente alle colonne fra le imposte delle volte l'architetto vi ha collocato gli stemmi delle diverse città che si trovano servite dalla strada. L'orologio è di una grand'eleganza; esso serve di appoggio a due statue graziose che vi stanno sedute e che rappresentano la Senna ed il Rodano, di cui gli artisti si accordano nel fare gli elogi.

Alla sommità del frontone vi si trova seduta la città di Strasburgo in una sedia curule. L'invetriata che chiude l'immenso finestrone semicircolare aperto all'estremità della tettoja ha l'intelajatura di ferro modellata su di un elegante disegno. Essa venne collocata di alcuni metri posteriormente al colonnato della facciata e produce il miglior effetto possibile. A destra ed a sinistra vi sono due corpi sporgenti, la cui facciata si trova nello stesso piano di quello del peristilio. Il disegno di questo edificio è dell'architetto Duquesney, il quale non potè vederlo compiuto.

Lo stesso pensiero venne riprodotto nella facciata della stazione terminale della strada ferrata dell'Est a Strasburgo, ma l'edificio venne costrutto con dimensioni molto minori ed alla grande finestra semicircolare si è sostituito un doppio frontone.

Dopo la stazione terminale della strada di Strasburgo a Parigi è d'uopo citare quella della strada del Nord a Brusselles. La facciata dell'edificio è di un'architettura maestosa ed assai ricca. I viaggiatori entrano da un fianco. Le facciate laterali si trovano in armonia con quella principale, ma sono però meno ricche.

Per le stazioni meno importanti di quella della strada dell'Est sarebbe fuori di proposito di adottare una decorazione architettonica così ricca e grandiosa. La facciata di tali stazioni deve essere in rapporto col movimento della linea a cui serve. Come modello di facciata meno sagliente di quella della stazione di Strasburgo e cionnonpertanto molto adattata alla strada a cui è destinata si deve citare la facciata del fabbricato di S. Germano a Parigi e quelle delle due strade di Versaglia.

Alla strada di S. Germano si accede immediatamente in un vestibolo col mezzo di una magnifica scalinata e da archi a tutto sesto; ai due lati del cortile si trovano dei porticati, sotto i quali si può in tempo di pioggia discendere al coperto per salire in seguito nel vestibolo, mediante scale laterali egualmente coperte.

La stazione estrema della strada di Versaglia (sponda destra) a Versaglia è interamente coperta come lo rappresenta la fig. 24.ª Il pubblico che si

Figura 24.ª

trova esternamente può in tal modo godere lo spettacolo interessante che gli si presenta dal movimento dei convogli e delle locomotive che ha luogo nell'interno. Il frontone e la cornice sono in gesso, ma essi erano stati progettati in ghisa, ciò che sarebbe stato molto più conveniente. Per ragione di economia, che era un motivo potente per una società, il cui capitale era di già esaurito, venne data la preferenza al gesso.

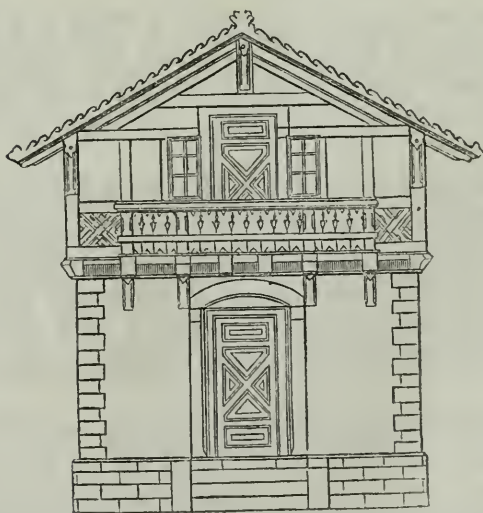



Figura 25.ª

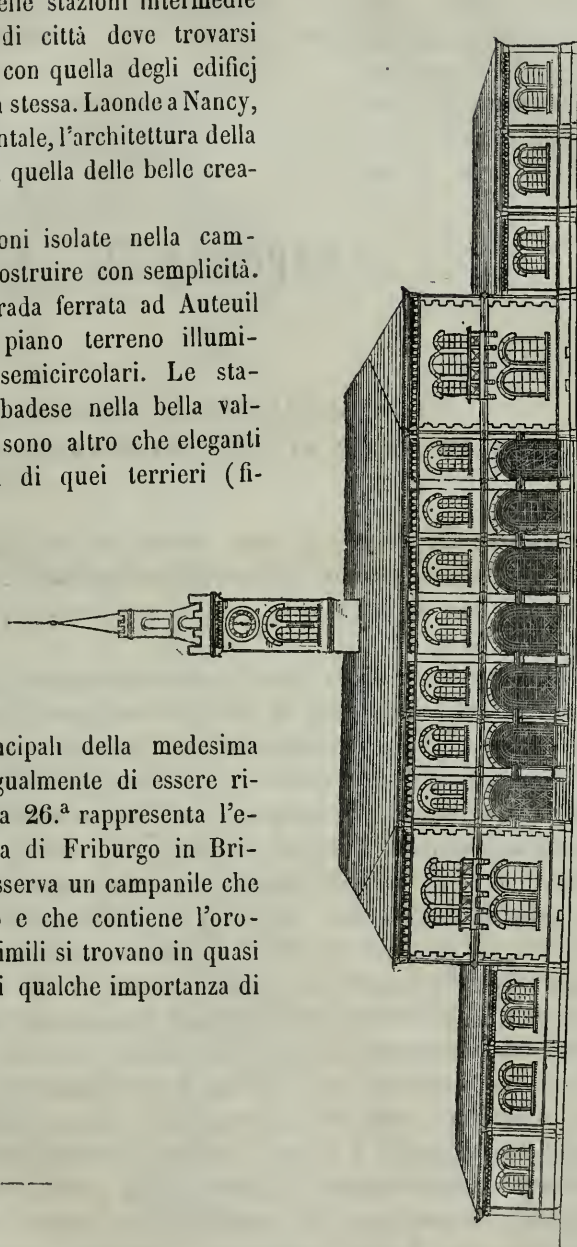
La facciata della stazione di Metz (Sud) ha molta analogia con quella da noi descritta, se si eccettua che venne chiusa in tutta la sua altezza da una grande vetriata, e che le decorazioni sono in legname.

La facciata della stazione estrema della strada di Versaglia (sponda destra) a Versaglia è assai semplice, ma di buon gusto.

L'architettura delle stazioni intermedie situate nelle grandi città deve trovarsi in corrispondenza con quella degli edificj principali della città stessa. Laonde a Nancy, città tutta monumentale, l'architettura della stazione richiamerà quella delle belle creazioni di Stanislas.

Le piccole stazioni isolate nella campagna si devono costruire con semplicità. Quelle della strada ferrata ad Auteuil non hanno che il piano terreno illuminato da finestre semicircolari. Le stazioni della strada badese nella bella vallata del Reno non sono altro che eleganti e graziosi casolari di quei terrieri (figura 25.ª).

Figura 26.ª

Le stazioni principali della medesima strada meritano egualmente di essere riprodotte. La figura 26.ª rappresenta l'elevazione di quella di Friburgo in Brisgovia. In essa si osserva un campanile che sovrasta all'edificio e che contiene l'orologio. Campanili simili si trovano in quasi tutte le stazioni di qualche importanza di questa strada.

CAPITOLO II.

DEI VAGONI O DELLE VETTURE IMPIEGATE SULLE STRADE FERRATE.

Generalità. La scelta e la buona esecuzione del materiale definitivo di una strada ferrata è una cosa della massima importanza. Con un materiale difettoso, non solo si aumenta la spesa di manutenzione, ma eziandio quella di trazione.

Si deve adunque rivolgere tutta la possibile attenzione allo studio del materiale circolante; prescrivendo ai costruttori di provvedere in tempo il materiale, di usare dei legnami stagionati e di lavorare con diligenza, senza di che perderebbero il diritto di avere il correspettivo stabilito.

Si affida generalmente la costruzione di questo materiale ad uno o più artefici, ed alcune volte si eseguisce dalle grandi società nelle loro officine.

Allorchè per la prima volta si fece correre un vagone sulla strada ferrata si vide tosto che non bastava che le ruote fossero munite di orli per conservarsi sulle rotaje. Nelle vetture a due ruote, in qualunque maniera si trovino costrutte, tutte le volte che girando una delle ruote va ad incontrare un ostacolo, esce indubbiamente dalla ruotaja. Lo stesso si verifica in quelle a quattro ruote, allorquando le ruote sono mobili sulle sale, oppure che le sale davanti possono cambiare di direzione indipendentemente dal corpo della vettura, come sono quelle delle carrozze che corrono sulle strade ordinarie. Le ruote essendo mobili e le sala paralelle, la ruota gemella, vale a dire la ruota portata dalla stessa sale di quella colpita dall'ostacolo, continua a girare ed attrae il movimento di rotazione, come pure lo spostamento della vettura dalle rotaje. Le sale cambiando di direzione indipendentemente l'una dall'altra, si produce un effetto analogo. La sala che porta una ruota che per qualunque causa si ferma, fa uscire dalle ruotaje la vettura, prendendo una direzione inclinata su quella dell'altra sala.

Al principio delle curve l'orlo della ruota davanti, situato lateralmente alla convessità della curva, va ad incontrare necessariamente la ruotaja, la sala cambia allora di direzione da quella del raggio di curvatura, ed il vagone è tuttavia gettato fuori di ruotaja.

Figura 27.ª

In tal modo si è trovato coll'esperienza:

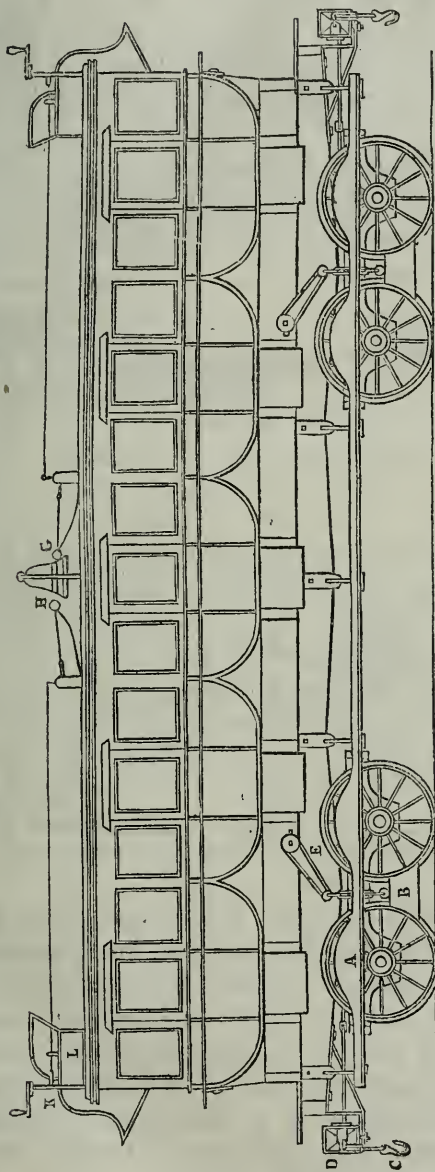
1.° *Di non impiegare sulle strade ferrate che delle vetture che hanno almeno quattro ruote.*

2.° *Di rendere le ruote accoppiate fra loro obbligate assicurandole alle sale, le quali girano in boccole attaccate al corpo delle vetture od alle molle di sostegno.*

3.° *Di disporre le sale in modo che restino invariabilmente paralelle, o presso a poco in questa situazione, nei vagoni a quattro ruote, di maniera che la sala anteriore non possa cambiare di direzione senza che il corpo della vettura non cambi egualmente.*

I vagoni delle strade ferrate sono adunque essenzialmente diversi dalle vetture che si impiegano sulle strade comuni.

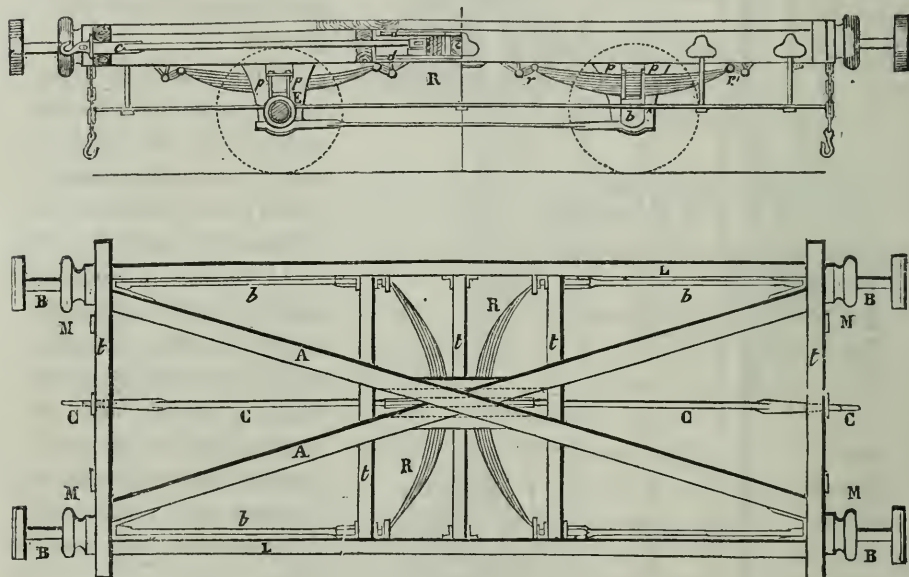
I vagoni a quattro ruote sono quelli che in Francia si adottano più generalmente; ciò non pertanto si usano eziandio quelli a sei e ad otto ruote.

Nei vagoni a sei ruote le sale sono ordinariamente paralelle. Tuttavia sulla strada da Saint-Etienne a Lione si usarono per molto tempo le vetture a

sei ruote, nelle quali una delle sale poteva girare in un piano parallelo a quello della strada indipendentemente dalle due altre.

In quelli ad otto ruote le sale non sono parallele che due a due; la cassa, come si può desumere dalla fig. 27.ª è portata da due carri distinti a quattro ruote ciascuno, che possono girare indipendentemente l'uno dall'altro, ciascuno intorno ad un asse collocato perpendicolarmente al piano della strada.

In un vagone si distinguono due parti principali, cioè: il *carro* e la *cassa*.

La cassa ha forme e dimensioni assai varie secondo il genere dei trasporti ai quali è destinata; essa è portata dal carro (fig. 28.ª). Questo gene-

Figura 28.

ralmente è formato da un'intelajatura in legname, la cui forma è presso a poco la medesima per tutti i vagoni impiegati su di una ferrovia. Questa intelajatura appoggia co' suoi estremi a delle molle di sospensione *r r*, nel mezzo delle quali vi sono attaccate, mediante bolloni a briglie, le scatole del grasso *b*. La scatola del grasso è assicurata fra le due sporgenze di una piastra in ferro battuto o di grossa lamina assicurata solidamente all' intelajatura che si chiama *piastra di guardia p p*; essa può in tal modo scorrere dall'alto al basso o dal basso all'alto in questa piastra facendo movere la molla; ma essa è trascinata nel movimento di transizione della vettura.

Le scatole del grasso appoggiano sopra i *fusi delle sale E* ed obbligano questi a seguire il movimento del veicolo; da ciò si scorge che tutto il peso della vettura appoggia sulle estremità delle sale coll' intermediario delle molle

e delle scatole del grasso. Ciò nullameno esistono dei vagoni non sospesi, nei quali le scatole del grasso sono direttamente assicurate all'intelajatura. In questo caso si sopprimono le molle e le piastre di guardia.

Infine le intelajature portano degli apparati destinati a riunire i vagoni fra loro e coi motori che compongono il treno. Questi apparati sono muniti in generale di molle, il cui scopo è quello di raddolcire le scosse che si producono fra le diverse vetture di un convoglio.

Intelajature. — Nelle intelajature attualmente impiegate sopra quasi tutte le strade ferrate le principali differenze provengono dalla disposizione degli apparati di attaccamento denominati di *moto* e di *trazione*. Noi adunque ci occuperemo qui simultaneamente delle intelajature e degli apparati di attaccamento.

La fig. 28 rappresenta in pianta ed in elevazione l'intelajatura dei vagoni della strada ferrata da Parigi a Rouen che ha servito di modello a tutte le linee che si sono costruite in Francia da qualche anno.

Essa si compone di travi longitudinali *L L* di legname (fig. 28.ª), congiunte ad arpione a due *traversi estremi t t*, ed inoltre riuniti da tre *traversi intermedj t' t' t'* egualmente congiunti ad arpione alle travi longitudinali.

Una *croce di S. Andrea* composta di due pezzi di legno *A A* che si incrocicchiano nel mezzo con un'intaccatura nel legname, dà all' intelajatura l'invariabilità di forma di cui essa abbisogna per resistere agli sforzi ai quali è sottoposta durante la corsa del convoglio.

Tutte le congiunzioni di questi pezzi sono fra loro assicurate col mezzo di *cantonate di ferro* e di *bolloni*.

Due grandi *molle* di *urto* e di *trazione R R* sono attaccate nel mezzo all'asse di trazione *C C* munito alle estremità di uncini che oltrepassano gli ultimi traversi.

Queste molle appoggiano coi loro estremi su piccole *manette* in ghisa attaccate agli *assi dei repulsori B b*, e questi sono muniti all'altra estremità di *repulsori B* di legname compatto. Le molle si trovano guidate nel loro centro da due *telaj d d* di ferro laminato attaccati mediante staffe in ghisa sui traversi intermedj dall'una e dall'altra parte delle molle.

Ecco in qual modo funziona questo apparato.

Allorquando si esercita uno sforzo sull' asse di trazione, la molla corrispondente perde della sua saetta e si appoggia fortemente cogli estremi sulla traversa dell' intelajatura che lo conduce progressivamente senza scossa.

Se si suppone una seconda; intelajatura attaccata alla prima col mezzo di uncini di trazione, dopochè la prima si sarà messa in movimento, essa tenderà a trascinare la seconda; ma tale effetto non avrà luogo che allorquando la molla posteriore del primo e quella davanti del secondo vagone si saranno compresse in modo da acquistare una tensione equivalente alla resi-

stenza che oppone un vagone. Si vede adunque che il movimento di tutto il treno si farà successivamente e non darà luogo a scossa alcuna.

Se la congiunzione dei vagoni che compongono un treno non è fatta che col mezzo di apparati di trazione, in tal caso allorquando la parte anteriore del treno rallenta il suo movimento, tutti i vagoni situati posteriormente verranno ad urtare quelli che li precedono in causa della velocità acquistata.

Per ovviare al deterioramento del materiale che risulterebbe da questi urti vennero disposti i repulsori *B B* in modo che essi si trovano da una vettura all'altra. Allorchè si rallenta, la coda del treno appoggia sul repulsore del primo vagone e fa piegare la molla *R* (figura 28.[a]). Questa molla è assicurata nel suo mezzo all'asse di trazione, e viene compressa alle estremità dagli assi dei repulsori che cedono e scorrono nel senso della lunghezza dell'intelajatura. Anche qui il rallentamento non si fa che progressivamente da innanzi all'indietro del treno.

Nelle intelajature della strada ferrata da Parigi a Rouen gli assi dei repulsori sono guidati da piccole staffe in ghisa *s s* (fig. 28.[a]) assicurate ai traversi intermedj e da due *falsi repulsori m m* in legname muniti internamente da ferro ed assicurati alle traverse estreme. Questi assi sono quadrilateri nella parte che attraversano il falso repulsore ed al di là rotondi.

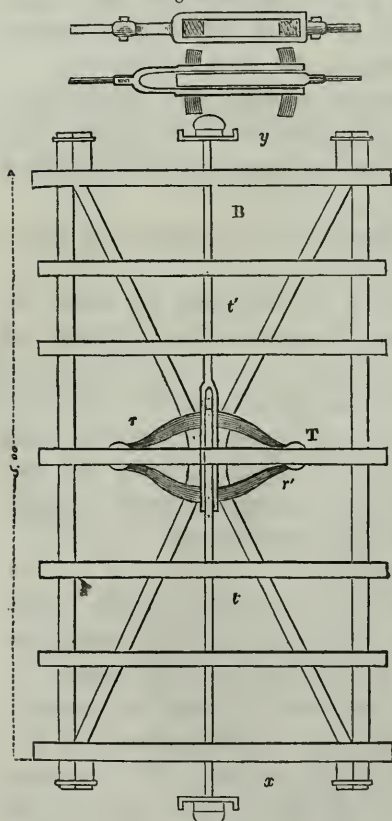



Figura 29.[a]

Dei due repulsori situati alla medesima estremità di un vagone l'uno è ordinariamente piatto e l'altro convesso. Il repulsore piatto si trova in contatto con un repulsore convesso del vagone contiguo, ed il repulsore convesso con altro piatto.

Nelle intelajature delle strade ferrate costrutte più recentemente, il falso repulsore è in ghisa, la porzione dell' asse che l'attraversa è rotonda e tornita con cura, mentre il resto è quadrato. In tal modo si hanno degli apparati costrutti colla maggior precisione e che non lasciano nulla a desiderare sotto il rapporto della dolcezza del movimento.

Altre volte le intelajature si munivano frequentemente di molle distinte per l'urto e per la trazione. Questa disposizione è buona per sè stessa, ma aumenta le spese di costruzione dei vagoni.

Qualche volta vennero eziandio collocate delle molle di urto e di trazione contro le traverse estreme dell'intelajatura. In tal modo si sono accorciati gli assi di trazione ed i repulsori, ma vengono troppo caricate le estremità dell'intelajatura che sovente si piegano, e si tormentano le traverse che sostengono tutti gli urti.

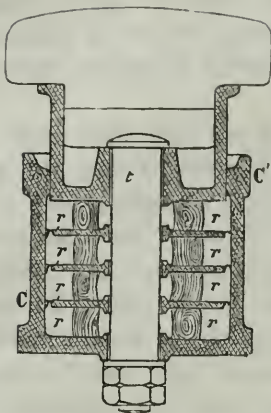
Alla strada di Versaglia (sponda sinistra) si sono impiegate delle molle di trazione e di urto molto più piccole (fig. 29.ª). Le molle $r\,r'$ sono del genere di quelle che si denominano *molle a pinzetta* e si appoggiano colle loro estremità sulla traversa di mezzo dell'intelajatura. Gli assi $t\,t$, che nello stesso tempo servono per gli urti e per la trazione, hanno ad uno degli estremi un repulsore ed all'altro delle staffe che abbracciano le due molle. Uno degli assi porta una sola staffa; l'altro termina biforcandosi ove ciascun braccio forma una staffa. Ai due lati del repulsore si trovano degli uncini e degli anelli che ricevono gli anelli e gli uncini delle catene che riuniscono le vetture. Allorquando l'effetto di trazione si esercita sull'asse B, la molla r è tirata nella direzione $x\,y$ nella sua metà, e si piega comprimendo la traversa T ai suoi estremi. Questa traversa strascina il vagone. Nel caso di un urto agisce la molla r' che è compressa alla sua metà nella direzione $y\,x$.

La croce di S. Andrea di queste intelajature è formata da due pezzi di legname piegati col vapore. L'insieme è assai semplice e solido; ma in questo sistema i repulsori non si trovano che in un punto, lo spostamento laterale ha luogo con maggior facilità, cosicchè si accresce il movimento ondulatorio.

Nel caso che le intelajature siano molto lunghe, si aumenta il numero delle traverse intermedie e si mettono alcune volte due croci di S. Andrea, inquantochè una sola croce presenterebbe degli angoli troppo acuti e non resisterebbe sufficientemente agli sforzi che tendono a deformare l'intelajatura, e specialmente perchè essa impedirebbe il passaggio delle ruote. Un esempio di questo sistema si vede alla pàg. 87.

Alcune volte si sono impiegate delle *molle rotonde* per gli apparati di urto e di trazione. Citeremo le intelajature della strada ferrata da Glocester a Birmingham, nelle quali le attaccature presentano inoltre questa particolarità, cioè che i due uncini di trazione sono assicurati su di un solo asse. Questo asse agisce sull'intelajatura col mezzo delle molle; ma siccome esso è collegato da un apparato rigido agli assi degli altri vagoni che compongono il treno, lo sforzo del motore si esercita *simultaneamente* e non *successivamente* sopra tutte queste vetture. In Inghilterra si usano eziandio frequentemente delle molle formate da una verga piatta d'acciajo piegata in voluta od a spirale

Da alcuni anni, sopra molte linee di strade ferrate si sono adottati degli apparati di urto e di trazione, nei quali alle molle in acciajo si sono sostituite delle ruotelle di *caoutchouc vulcanizzato.*

Figura 30.

La fig. 30. rappresenta un repulsore di urto di questa specie. Esso si compone di un bacinetto in ghisa *C* allargato nella parte *c c*. Un cilindro cavo in ghisa tornito, penetra e sfrega dolcemente in questo bacinetto; tale cilindro è munito ed assicurato nel mezzo da un asse cilindrico *t* in ferro; l'asse attraversa il fondo del bacinetto, ed ha al suo estremo un galletto che serve a dare la tensione necessaria alle *rotelle* di *caoutchouc vulcanizzato* *r r* contenute nel bacinetto e separate le une dalle altre da nuove rotelle in ferro ed in bronzo *r' r'*.

Le molle di trazione in caoutchouc vulcanizzato hanno molta analogia colle precedenti.

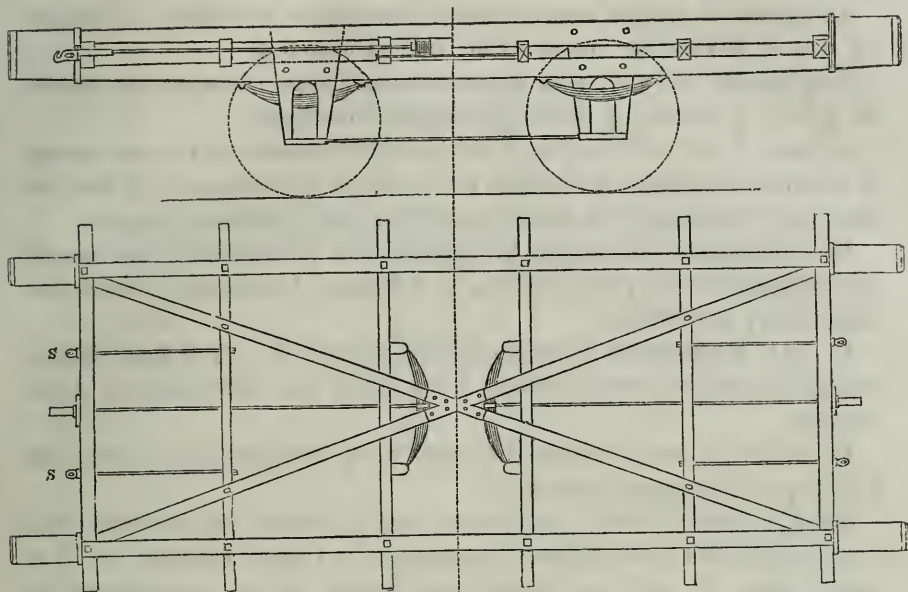
I repulsori di urto in caoutchouc a quattro rotelle sono molto economici, ma essi mancano di corsa e sono per conseguenza poco efficaci. Sovente si aumenta il numero delle rotelle, ed in tal caso si collocano nell' interno dell' intelajatura fra due traverse su degli assi di urto analoghi a quelli che abbiamo descritti per le molle in acciajo. Questo apparato è buono, ma dispendioso.

Il caoutchouc vulcanizzato venne impiegato nei repulsori di urto pei vagoni delle merci; esso dà degli eccellenti risultati allorquando è bene preparato, ma le molle in acciajo al prezzo attuale non sono molto più costose, e durano assai di più.

Nei vagoni delle merci di alcune linee si sopprimono gli apparati elastici di urto, e vi si sostituiscono dei repulsori fissi formati dal prolungamento delle travi longitudinali. Lateralmente e superiormente a tale prolungamento si attaccano dei pezzi di legno che ne aumentano la sezione; il tutto si collega con cerchiature di ferro e bolloni, e qualche volta si ricopre l' estremità del repulsore con una specie di cuscino riempito di cuojo e crine.

La prima costruzione di questi repulsori è economica, ma siccome essi sono poco o nulla elastici, le intelajature a cui sono assicurati, si sconnettono prontamente per gli urti che ricevono, specialmente nei movimenti dei treni delle merci. *È adunque conveniente di collocare delle molle di urto anche nei vagoni per le merci.*

Per l'addietro si usavano frequentemente delle intelajature denominate *doppie*. Esse consistevano in due intelajature sovrapposte e separate da beccatelli o dalle estremità delle traverse. Tali intelajature avevano il vantaggio di non esigere che dei legnami di limitata grossezza; ma esse presentavano molte unioni e non duravano che col mezzo di una gran quantità di ferramenta assai costose.

Figura 31.ª Intelajature doppie.

In questi ultimi tempi si ritornò alle intelajature doppie modificate pei vagoni delle merci. La fig. 31.ª rappresenta un' intelajatura di questo genere costrutta alla strada ferrata d'Orleans. Le travi longitudinali di una tale intelajatura, composte di due pezzi che chiudono frammezzo le traverse, hanno l'aspetto di una trave armata, ed hanno perciò una grande rigidezza nel senso verticale. Le congiunzioni consistono in semplici intaccature poco profonde; il tutto è collegato da bolloni che si possono stringere a piacere, qualora i pezzi si smovano. Il corso delle travi superiori è attraversato da una croce di Sant'Andrea. Questa intelajatura è leggiera, ma difficile a costruirsi bene. Alle strade dell'Est si è stati poco soddisfatti, e la manutenzione è assai costosa.

Vi fu un momento che si cercò di abbassare assaissimo il centro di gravità dei carri che corrono sulle strade ferrate. Questa precauzione degli ingegneri ha fatto nascere il sistema delle intelajature conosciute in Francia, sotto il nome di *intelajature belge*, che vennero impiegate e perfezionate in Germania.

Le intelajature delle carrozze pei viaggiatori sulle strade del Belgio si compongono di due travi longitudinali bollonate sulle quattro traverse fra le quali sono collocate le ruote che si trovano esternamente alle travi.

Le casse, il cui fondo è formato da due telaj indipendenti, appoggiano sulle travi. Questi telaj, quantunque formino parte delle casse, possono essere indipendenti e considerati come appartenenti al treno od alla sua intelajatura, poichè

essi vi sono collegati invariabilmente e servono a guidare gli apparati di trazione e di urto.

Le piastre di guardia sono collocate esternamente alle ruote, e collegano fra loro le traverse col mezzo di un ferro a doppio *T*.

Sulle scatole dell'unto sono assicurate le molle che, collegate alle traverse col mezzo di manette di ferro, sostengono l'intelajatura.

Le molle di urto e di trazione si trovano superiormente alle traverse estreme di ciascuna intelajatura. I repulsori sono collocati verticalmente alle travi longitudinali e scorrono colle molle rispettive in pezzi particolari di ghisa.

Ma le intelajature del Belgio presentano molti inconvenienti; non essendo esse collegate con dei pezzi obbliqui, si deformano facilmente, e le sale perdono il loro paralellismo.

Le travi longitudinali appoggiando sulle traverse ed a punti molto discosti, piegano nel mezzo, sotto il carico; si ha quindi una nuova causa di deformazione.

Trovandosi la cassa assicurata all'intelajatura, le riparazioni diventano difficili e per conseguenza costose.

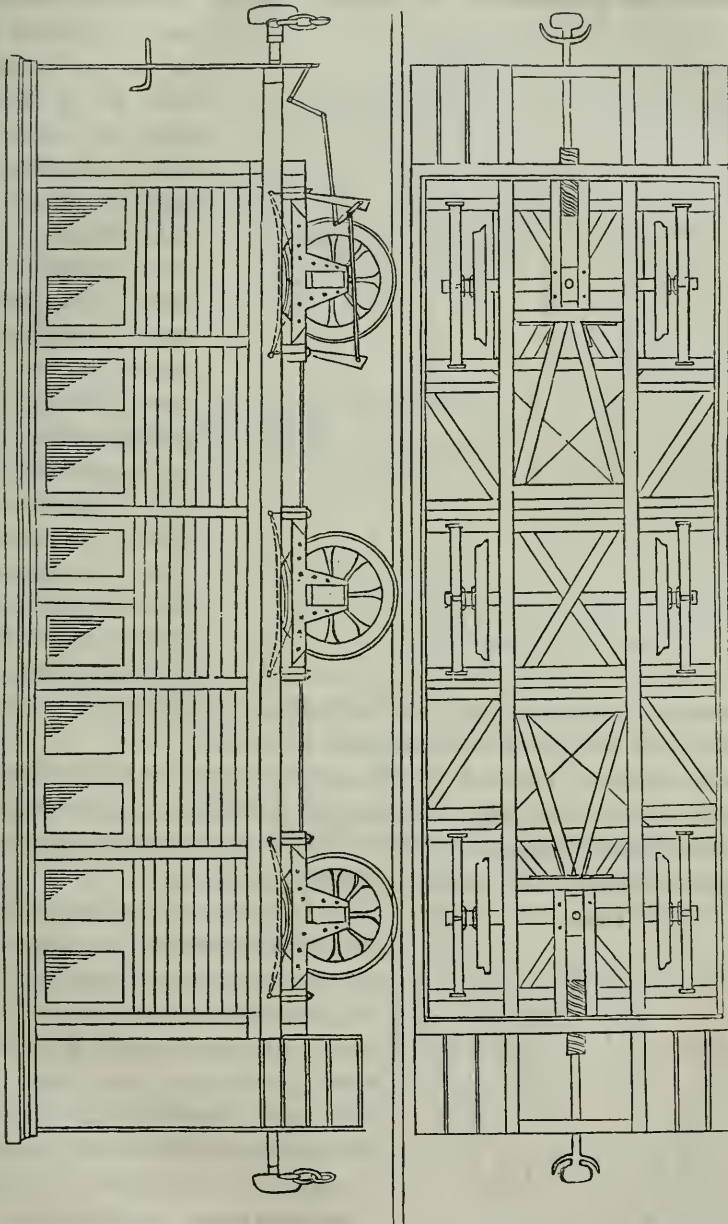
Infine le molle di urto e di trazione che si trovano alle estremità delle travi longitudinali fanno piegare l' intelajatura nel senso verticale, ed in tal caso gli sforzi di urto e di trazione non agendo più su di un sistema di molle indipendente dall'intelajatura, vengono esse tormentate e sottoposte ad essere sconnesse.

Laonde gli ingegneri belgi nella costruzione delle ultime vetture hanno rinunciato alle loro intelajature sostituendone altra più semplice del genere di quelle adottate sulla strada di Rouen.

L'intelajatura delle vetture della strada ferrata badese ha molta analogia colla precedente, ma è meglio combinata. Le travi sono munite di una croce di S. Andrea, e la intelajatura della cassa si prolunga in tutta la lunghezza, di maniera che i pezzi longitudinali si oppongono alla flessione che tendono a produrre gli apparati di urto e di trazione. Infine le travi longitudinali sono molto più vicine ai punti di attaccamento delle molle di sospensione che non quelli delle vetture belge.

I vagoni dei viaggiatori di alcune strade ferrate del Lombardo-Veneto hanno l'intelajatura formata da due travi longitudinali poste nella parte centrale (veggasi la figura. 32), e mediante un sistema di saette e di croci di San Andrea convenientemente disposte si ottenne un apparato che presenta tutta la necessaria robustezza. Le ruote sono collocate esternamente alle travi longitudinali e le molle di sostegno appoggiano alle estremità delle sale sulle scatole del grasso. Gli apparati di urto e di trazione si sono resi del tutto indipendenti dal sistema generale dell'intelajatura, essendosi provveduto per le scosse e per gli urti mediante molle circolari le quali sono sostenute da

due saette disposte ad angolo acuto che appoggiano ad un doppio traverso sussidiate da tiranti di ferro.

Figura 32.° Vagoni di alcune strade ferrate Lombardo-Venete.

Questa intelajatura ha inoltre il sommo vantaggio di avere mobili le due sale estreme per circa un centimetro per parte, dimodochè quantunque le

vetture siano molto lunghe, pure si adattano convenientemente alle curve anche di un raggio piccolissimo.

Piastre di guardia. — Le piastre di guardie, come già abbiamo detto, sono in generale formate da una grossa lamina di ferro. La fig. 33 rappresenta le vecchie piastre della strada ferrata da Parigi a Strasburgo.

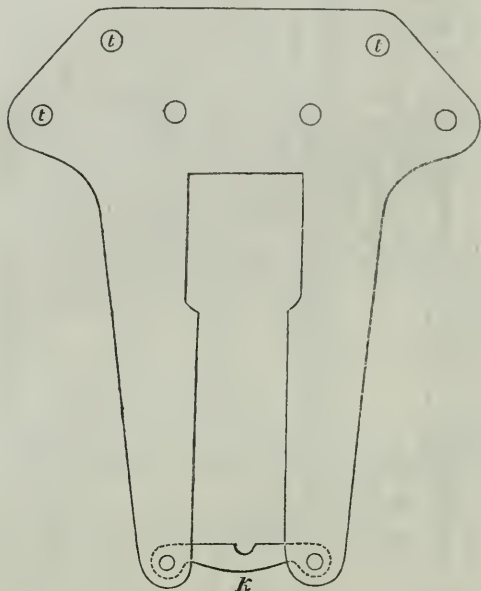
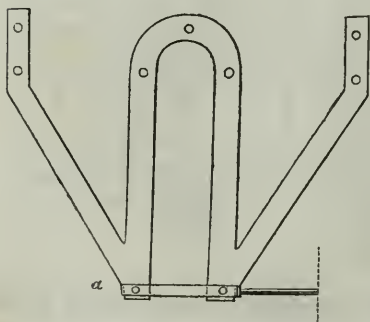



Figura 33.°

La forma e l' altezza delle piastre di guardia variano fra limiti assai estesi in relazione alla distanza che vi è tra il centro delle sale e la superficie inferiore della trave longitudinale. Le piastre di guardia sono assicurate alle superficie interne di queste travi mediante bolloni che passano attraverso del ferro *tt*; alcune volte esse sono incastrate in tutto od in parte nella grossezza del legno; tal altra sono doppie ed assicurate dall'uno e dall'altro canto della trave.

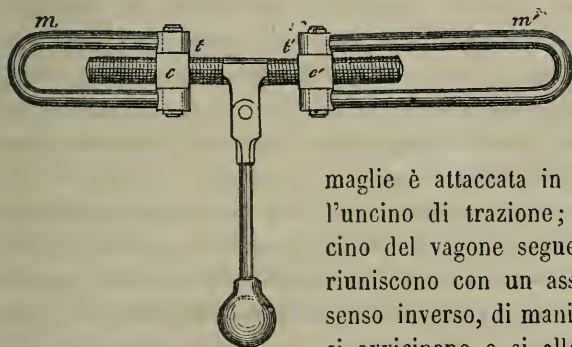
I due rami delle piastre di guardia si congiungono col mezzo di una piccola traversa in ferro che meglio le consolida. Generalmente le due traverse delle piastre di guardia sono alla estremità fornite di una verga di ferro che in tal modo collega le due piastre di guardia *a* (fig. 34).

Figura 34.°

In Inghilterra ed in Francia si costruiscono attualmente molte piastre di guardia di ferro laminato. Queste piastre benchè costrutte con una buona qualità di ferro, sono meno costose di quelle di lamiera, e siccome i loro punti d' attacco colle travi longitudinali si trovano discosti, risulta invariabile la loro posizione per riguardo alle stesse travi.

Attaccature. — Gli attacchi dei vagoni di uno stesso convoglio o del tender ai vagoni hanno sempre luogo nel mezzo.

I vagoni si riunivano al principio col mezzo di semplici catene, poi si esperimentarono delle barre rigide e si finì ad usare di un apparato denominato *tenditore* (tendeurs).

Alle catene si assegna una bastante lunghezza, affinchè allorquando esse sono distese possa la macchina mettere in movimento ciascun vagone separatamente. Da ciò risulta più facile il far correre i convogli, ma i viaggiatori al momento della partenza ricevono degli urti altrettanto più spiacevoli quanto più il macchinista usa minori precauzioni. Questi urti d'altra parte sono molto di pregiudizio alla conservazione del materiale. Si evitano gli urti usando delle barre rigide; ma inallora diventa difficile il mettere in movimento il convoglio, e gli urti, quando la macchina si ferma, sono egualmente violenti per tutti i vagoni.

Fig. 35.

I *tenditori* rappresentati dalla fig. 35, si compongono di due maglie *m* ed *m'* che portano due madreviti *c* e *c'*. Una delle maglie è attaccata in un occhio praticato nell'uncino di trazione; l'altra si colloca nell'uncino del vagone seguente. Le due madreviti si riuniscono con un asse *t* col passo della vite in senso inverso, di maniera che girando quest'asse si avvicinano o si allontanano le madreviti, e per conseguenza i vagoni.

I tenditori sono impiegati nelle vetture a due ripulsori; nel formare i treni si serrano fino a che i repulsori delle vetture consecutive non esercitino una pressione molto forte gli uni sugli altri. Questo apparato evita le scosse, e diminuisce l'intensità degli urti, ma rallenta alquanto il movimento dei treni nei primi giri delle ruote; nel cammino però si oppone con forza al movimento ondulatorio (movimento di rotazione alternativo del veicolo intorno ad un asse verticale che passa pel centro della figura dell'intelajatura, combinato col movimento di traslazione del convoglio).

Allorquando le vetture sono montate accuratamente e le *ruote gemelle* hanno un diametro perfettamente eguale, questo movimento, coll'uso dei tenditori, diviene pressochè nullo.

Per qualche tempo nelle attaccature si usarono dei *tenditori* di un nuovo modello denominati dal suo inventore *tenditori Lassale*. Questo apparato non diversifica dal tenditore ordinario che in ciò, che la vite è in due parti e riunita col mezzo di due piccole molle. Col tenditore Lassale si possono sopprimere compiutamente le molle di trazione; ciò infatti si è praticato in molte

strade ferrate. Pei vagoni delle merci, e qualche volta per le vetture dei viaggiatori, si è impiegato un sistema di attaccamento che si compone di un tenditore a molla per la trazione e di repulsori in *caoutchouc* per gli urti.

Malgrado la somma economia che risulta dall'uso del tenditore Lassale, sulla strada dell'Est in Francia venne abbandonato, inquantochè è assai pesante, e con questo apparato la formazione dei treni diviene faticosa ed anche pericolosa.

Da una parte e dall'altra dell'uncino di attaccamento ad una distanza di circa 0^{m} 50 si dispongono ordinariamente due catene che terminano con degli uncini. Queste catene, che si denominano *catene di sicurezza*, sono di lunghezza tale che nelle circostanze ordinarie esse non si tendono; ma se il tenditore e l'uncino di attaccamento si spezza, oppure se il treno riceve uno sforzo brusco che produca lo spezzamento dell'apparato di trazione, queste catene si tendono e sostituiscono l'apparato o gli vengono in sussidio.

In Inghilterra vennero in generale abbandonate le catene di sicurezza che cedono quasi sempre, allorquando si spezza il sistema di attaccamento. Sulle linee ove esse si sono conservate non se ne mette che una sola alla destra dell'uncino di trazione, inquantochè succede assai di rado che le due catene agiscano insieme specialmente nelle curve.

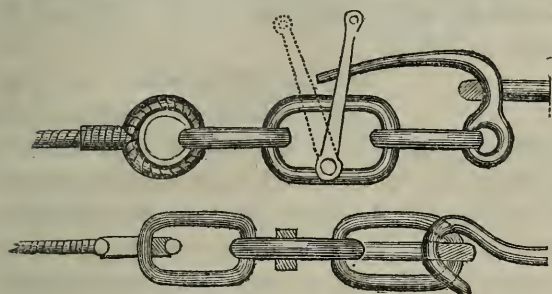
Attualmente si rimedia in parte alla rottura delle catene di sicurezza, aggiungendo all'estremità dell'asse di trazione una rotella in caoutchouc, che cede sotto la tensione della catena, e per conseguenza diminuisce lo sforzo brusco di trazione, che d'ordinario viene prodotto allorquando le catene sono tese.

Nel vecchio materiale della strada da Strasburgo a Basilea esiste eziandio una disposizione di catene di sicurezza che si sarebbe dovuto conservare nella costruzione degli altri materiali.

Le due catene di sicurezza non sono distanti l'una dall'altra che di 20 centimetri circa. Le estremità sono collegate al collare delle molle di trazione egualmente degli uncini. Questa disposizione non solo ha il vantaggio di diminuire considerevolmente lo sforzo brusco di trazione, ma eziandio quello di ricondurre tutto il sistema sull'asse dell'intelajatura, e per conseguenza di rimediare all'inconveniente attuale delle catene di sicurezza, che nelle curve tirano obliquamente, allorchè esse vengono a sostituire l'attaccamento del tenditore.

Se una delle sale si rompe, le attaccature devono sostenere il vagone; riesce adunque di somma importanza di renderle solide; affinchè possano resistere anche in questo caso. Pel passato si consigliava di costruire meno robuste le attaccature delle locomotive coi treni, affinchè esse spezzandosi non potessero trascinare il convoglio; ma da ciò risultarono delle rotture frequenti durante il servizio ordinario, e per conseguenza delle irregolarità nelle corse.

Alla strada ferrata di Rouen per distaccare la macchina dopo l'arrivo senza fermare i convogli si usa un uncino mobile (fig. 36).

Fig. 36.

Questo uncino mobile da una parte è internato nell'uncino fisso dell'attaccatura del primo vagone del convoglio e dall'altra parte è assicurato col mezzo di tre anelli ad una fune mediante la quale la macchina tira obliquamente i convogli. Allorquando è giunto il momento di separare la macchina dal convoglio, un operajo che tiene in mano un estremo della fune attaccata ad un cappio che serve ad assicurare l'uncino, tira a sè l'estremo della fune in maniera che il cappio prende la posizione indicata colle linee punteggiate. In allora l'uncino mobile si separa dall'uncino d'attaccamento del convoglio e la macchina per conseguenza cessa di rimorchiare i vagoni.

Alla strada da Saint-Etienne a Lione si usa un altro uncino, che è assai ingegnoso, col mezzo del quale si può staccare immediatamente il convoglio anche durante la corsa. Quest'uncino si mette in azione con un meccanismo che agisce eziandio su di un freno che si chiude totalmente staccando la macchina. Non venne adottato in alcun'altra linea, inquantochè nel caso di un disastro i conduttori dei treni non hanno la presenza di spirito necessaria per farli agire. Ciò peraltro accade per quasi tutte le disposizioni che si sono immaginate a questo scopo.

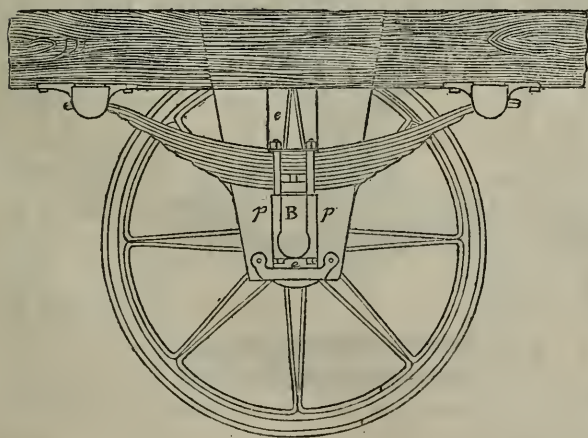



Fig. 37.

Sospensione. — Le vetture che camminano a grandi velocità sulle strade ferrate trovansi generalmente sospese sopra molle. Ma il sistema di sospensione è tuttavia lontano dal raggiungere la perfezione conseguita nelle vetture ordinarie. Ciò nonpertanto il Lassale dopo di aver adottato delle nuove molle in acciajo fuso,

questa parte di costruzione del materiale circolante ha fatto un progresso assai sensibile.

In generale le molle appoggiano sopra le scatole del grasso (fig. 37); nondimeno esse passano alcune volte anche al disotto. Questa disposizione lascia luogo a poter abbassare la cassa del vagone, ma rende difficile l'ispezione dei fusi e delle scatole del grasso

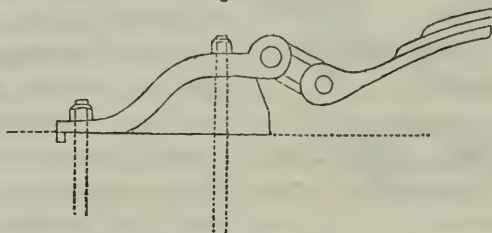
Fig. 38.

Nelle vetture pei viaggiatori della strada ferrata di Rouen ed in quelle di tutte le ferrovie costrutte dopo l'aprimento di questa linea, l'intelajatura è sospesa, con *maniglie in ottone*, a molle lunghe e piatte (fig. 38). Si fa variare la tensione delle molle coll'avvicinare od allontanare i sistemi di sospensione col mezzo di apparati a viti, di cui si rappresenta un dettaglio nella fig. 39. Anteriormente si facevano semplicemente appog-

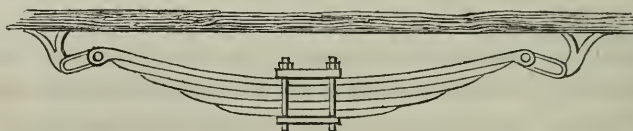
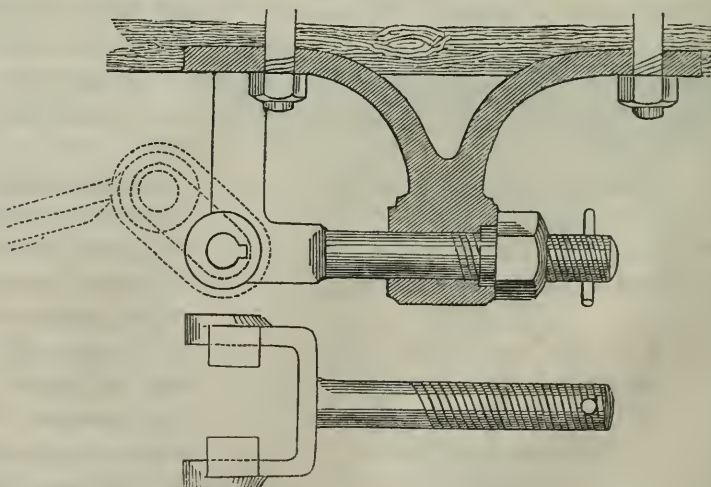
Fig. 39.

giare le estremità delle molle sopra scarpe in ghisa bollonate sotto le travi longitudinali dell' intelajatura, disposizione che viene usata tuttavia nei vagoni

Fig. 40.

delle merci in molte strade ferrate. Le fig. 40 e 41 rappresentano due altri

metodi di sospensione dei vagoni delle merci, i quali si sono adottati sulla strada ferrata da Parigi a Strasburgo. Il primo consiste in una manetta in ferro; il secondo si compone di zanche in ferro che appoggiano sulle estremità delle molle. Serrando o schiudendo il galletto, si giunge a regolare l'altezza

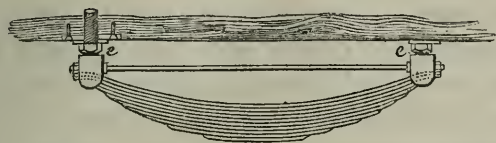



Fig. 41.

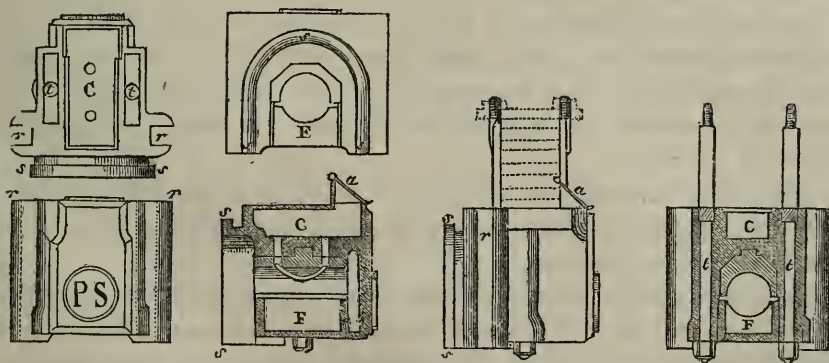
dei repulsori. Attualmente si preferisce l'impiego di travicelli in legname per quest'uso, e tali apparati si sono perciò abbandonati. Gli apparati che sono diretti a tendere le molle di sospensione convengono assai bene alle vetture dei viaggiatori, inquantochè essi permettono di poter dare alle molle una tensione iniziale considerevole che diminuisce la grandezza delle oscillazioni, e rende in tal modo più dolce il movimento.

Fino a questi ultimi tempi si usò l'acciajo di cementazione nelle molle dei vagoni. Il Lassale impiegò nella loro costruzione l'acciajo fuso, il quale per la sua elasticità, omogeneità e resistenza alla rottura, sembra essere superiore all' acciajo di cementazione per tale uso.

Alcuni ingegneri peraltro persistono nell'impiego dell'acciajo di cementazione (*).

Per essere dolci le molle di sospensione devono essere lunghe e piatte; al contrario quelle di urto e di trazione per resistere convenientemente alle violenti scosse, alle quali sono sottoposte, devono essere centinate.

Esse vengono assicurate alla loro metà con una briglia munita da un rigonfiamento cilindrico, nel quale è congiunta l'estremità dell'asse di trazione col mezzo di una chiave.

Fig. 42.

Scatole del grasso. — Le fig. 42 rappresentanoin pianta, sezione ed elevazione le scatole del grasso dei vagoni della strada ferrata da Parigi a Stra-

(*) Vedi la memoria del sig. Philipps sull'uso delle molle in acciajo (*Annales des mines* 1852).

sburgo. Esse si compongono di quattro parti, cioè: *il corpo della scatola*, *il cuscinetto*, *il fondo ed il coperchio*.

Il corpo in ghisa è pressochè di forma prismatica. Esso porta lateralmente in *r r* due scanalature, nelle quali scorrono i due rami della piastra di guardia. La sporgenza *a ferro da cavallo s s* non serve, come vedremo più sotto, che nei vagoni coi freni. La cavità *C* contiene il grasso destinato all'ungimento del fuso; essa è assicurata nella parte superiore da un coperchio in lamina di ferro, la cui parte *a*, congiunta a cerniera, lascia luogo al rinnovamento del grasso. Questo è composto di materie grasse, più o meno fluide secondo la stagione, e parzialmente saponificato, coll' aggiunta di una determinata quantità di soda. Il grasso giunge sul fuso mediante due fori aperti nella scatola e nel *cuscinetto* in bronzo.

Il cuscinetto si costruisce generalmente in bronzo composto di 82 parti di rame e di 18 parti di stagno. Vennero impiegati dei cuscinetti costituiti da una lega poco diversa da quella usata nei caratteri tipografici, ed alla quale si era data la denominazione assai impropria di metallo *antifrizione*. Questa lega in breve tempo si schiacciava sotto il peso della cassa, e l'attrito in allora aumentava in luogo di diminuire. Venne altresì esperimentato, ma senza alcun buon successo, il raddoppiamento dei cuscinetti logorati con questa lega.

Il fondo *F* della scatola è in ghisa; esso riceve il grasso che cade dal fuso dopo di essersi liquefatto ed impedisce che le materie estranee sollevate dal passaggio del treno vengano ad attaccarsi al fuso.

Il fondo è congiunto al corpo della scatola con due bolloni a *collari* che passano nei fori *t t*. Questi *collari* servono nello stesso tempo ad assicurare le scatole sotto la molla. A tal effetto i quattro rami sono riuniti nella parte superiore col mezzo di una *piastra* o *traversa* in ferro *p p* sulla quale appoggiano i galletti di questi rami.

Per l'addietro le scatole del grasso erano collocate accuratamente nelle piastre di guardia; viceversa attualmente si lascia dell'agio in tutti i sensi. Tale disposizione facilita il passaggio nelle curve e risulta eziandio economica. Si è osservato che, camminando, le scatole *ondeggiano* fra i rami delle piastre di guardia.

Alla strada ferrata da Saint-Etienne a Lione si è impiegata per molto tempo una qualità di grasso oleoso, nel quale la materia grassa era contenuta nel fondo della scatola.

Un piccolo cilindro a cardine situato sotto il fuso e costantemente applicato al medesimo, col mezzo di una molla che partiva dal basso all'alto sui cuscinetti che portavano i cardini, si immergeva nella parte inferiore nell'olio. Allorquando il fuso girava, esso imprimeva un movimento di rotazione al cilindro che trascinava seco una determinata quantità di olio; in tal modo il fuso si trovava costantemente bagnato d'olio, che si rinnovava senza inter-

ruzione. Questo sistema di ingrassamento, che dava dei buoni risultati, venne abbandonato, inquantochè non essendo applicato a tutti i veicoli di questa linea, esigeva degli apparati e delle provviste speciali.

Il grasso ha cionnullameno l'inconveniente di indurirsi durante l'inverno, locchè rende sommamente difficile l'ingrassamento. Alla strada del Nord in Francia si intrapresero delle esperienze allo scopo di sostituirvi l'olio. Esso viene collocato in un serbatojo inferiore ed assorbito mediante esche che lo portano sopra una specie di cuscino di pelle d'agnello applicato contro il fuso. Questo cuscino è compresso dal basso all'alto mediante molle circolari.

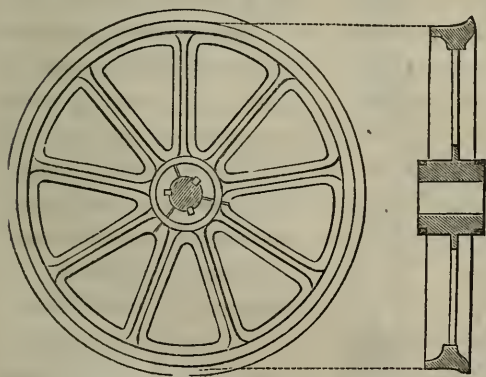
Sulle strade tedesche si sono impiegate delle scatole nelle quali l'olio è collocato in un serbatojo superiore ed assorbito da esche che fanno l'effetto di sifone. Si usò eziandio di un'altra scatola, ove l'olio è contenuto in un serbatojo inferiore da cui è portato sul fuso mediante un'esca sollevata da un contrappeso.

Il cuscinetto della prima scatola è di legno compatto.

Ruote. — Le ruote dei vagoni non sono simili a quelle delle vetture ordinarie, le quali non sarebbero abbastanza solide, e la loro manutenzione riuscirebbe soverchiamente costosa.

Esse sono interamente in ghisa, in ferro e qualche volta in legname; il loro diametro varia da $0^{m}\,90$ ad 1 metro.

Le ruote totalmente in ghisa non sono più usate in Europa per la loro somma fragilità, se si eccettuano i vagoni che camminano a debole velocità, come sarebbero per esempio i vagoni che si impiegano nei movimenti di terra. In America le ruote in ghisa sono tuttavia molto in uso anche per le vetture dei viaggiatori. Queste ruote (fig. 43) devono essere fuse in conchiglia, vale a dire in un modello di metallo, e non già nel modello in sabbia.

Fig. 43.

Il contorno della ruota raffreddandosi in allora prontamente pel contatto delle pareti metalliche del modello, subisce una specie di tempra ed acquista una durezza che gli è necessaria per resistere all'attrito sulle rotaje.

Nel mozzo si praticano delle fenditure affinchè il ritiro dei raggi e del mozzo, che sono fusi nella sabbia, possano raffreddarsi più lentamente che il contorno senza dar luogo a tensioni che farebbero rompere la ruota mettendola in opera. Si chiudono le fenditure col mezzo di cunei di ferro e si assicura

il mozzo con due cerchi di ferro collocati a caldo. Questi cerchi raffreddandosi si contraggono, ed esercitano sul settore del mozzo un chiudimento robusto.

Le ruote che costituiscono il materiale definitivo di una strada a grande velocità, salvo alcune poche eccezioni, sono tutte cerchiate in ferro.

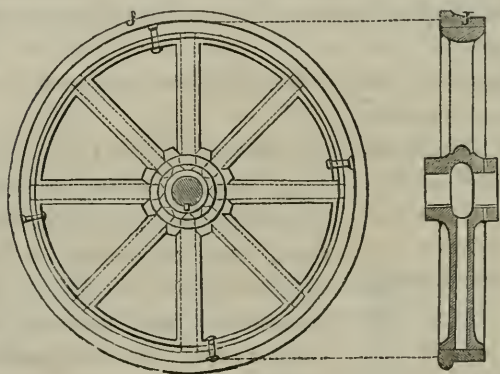
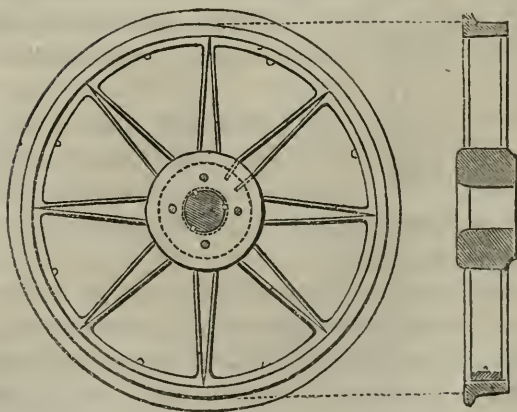
Alcune volte il mozzo, i raggi ed il cerchio sul quale è collocato il contorno in ferro, sono in ghisa fusi in un sol pezzo, come nella ruota della fig. 44; altre volte invece il mozzo solo è in ghisa, ed in ferro i raggi ed il cerchio: fig. 45.

Quest' ultimo genere di ruote è ora esclusivamente in uso pei vagoni dei viaggiatori; il primo è tuttavia impiegato sopra qualche linea inglese e belgica pei vagoni delle merci.

La differenza di prezzo in favore delle ruote coi raggi in ghisa sembra troppo debole per giustificare il loro uso anche pei vagoni delle merci. La loro fragilità le espone ad accidenti che non vi è luogo a temere con quelle a raggi di ferro. Uscendo dalle ruotaje, ovvero rompendosi una delle sale senza uscire dalle rotaje, le ruote coi raggi in ghisa si romperanno assai probabilmente, mentre quelle in ferro resisteranno. I difetti troppo frequenti nella ghisa, una chiave soverchiamente chiusa, un cerchio collocato troppo a caldo, un contorno posto o levato senza precauzione o semplicemente troppo logorato, sono tutte cause di rottura, che per conseguenza producono la perdita dell' intera ruota.

Fig. 44.

Fig. 45.

La ruota rappresentata dalla fig. 44 è impiegata sulla strada da Londra a Birmingham pei vagoni delle merci; i raggi sono alcune volte rotondi e cavi, altre volte piatti od a nervature.

Le ruote coi raggi in ferro (fig. 45) si compongono di bande di ferro piatto curvato intorno a delle spine in ghisa in maniera da formare dei triangoli o dei pentagoni. Le due estremità di queste barre sono internate nel mozzo in ghisa. Qualche volta si circonda il razzo con un cerchio intermediario chiamato *falso cerchio* o *falso contorno*. Lo scopo di questo falso cerchio è quello di dare alla ruota la medesima rigidezza in tutto il suo contorno. Si ottenne il medesimo risultato alla strada ferrata da Parigi a Strasburgo, saldando negli angoli dei piccoli cunei in ferro.

Le ruote in ferro col mozzo in ghisa deperiscono prontamente, perchè il mozzo si fende, oppure perchè i raggi si sconnettono nello stesso mozzo. Ora si incominciano a costruire le ruote dei vagoni interamente in ferro, il cui mezzo si compone di settori lavorati a martello saldati insieme mediante una forte compressione, i quali agiscono tutto intorno alla ruota dalla circonferenza al centro (fig. 44).

Fig. 46. Fig. 47.

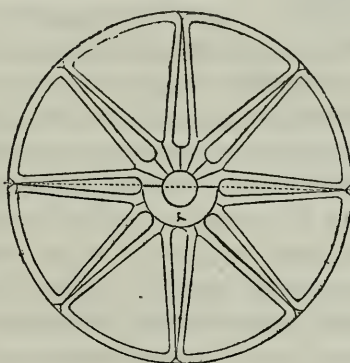
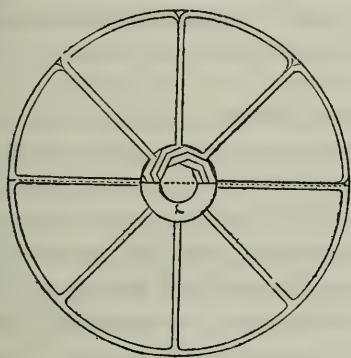
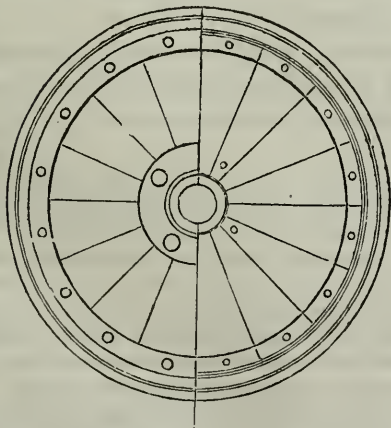



Fig. 48.

Altre volte si formava il mozzo circondandolo colle estremità dei raggi (figura 47) che si saldavano cacciando una spina nel vuoto del mozzo. Nell'uno o nell'altro caso si consolidava il mozzo saldando sulle faccie piane due cerchietti di ferro r (fig. 46). Queste ruote erano sensibilmente più leggeri di quelle nelle quali il mozzo è in ghisa, e d'altronde costavano assai meno.

In Inghilterra ed in Germania si usano utilmente delle ruote composte di settori in legname (fig. 49) incastrati in un mozzo in ghisa, col quale formano in tal modo un disco pieno; il contorno di queste ruote è applicato a caldo, di maniera che raffreddandosi esercita sui settori uno stringimento energico che consolida il tutto.

Sembra che le ruote in legname siano favorevoli alla conservazione del cerchio di contorno.

In Francia si ottennero dei buoni risultati dalle ruote in ferro sulle quali il cerchio venne assicurato col mezzo di beccatelli o cunei in legname cacciati con forza, coperti da brocchette di ferro, i quali produssero un robusto chiudimento. Venne rappresentata nella fig. 49 la sezione di un chiudimento di questa specie imaginato da Stehelin; il cerchio della ruota è munito da un orlo *r* sul quale si appoggia il quarto *j* della ruota ed il cerchio *c* in ferro, la cui sezione è bastantemente indicata dalla figura. I beccatelli o cunei in legname essendo cacciati fra il cerchio ed il quarto, essi si fendono sul cerchio *c* e se ne compie il chiudimento coprendoli con brocche di ferro *b*.

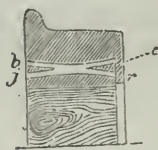



Fig. 49.

Cerchi delle ruote. — Il cerchio delle ruote è la fascia di contorno sulla quale si opera la rotazione. Esso è collocato sulla ruota a caldo, di maniera che raffreddandosi si chiude fortemente il contorno; successivamente viene assicurato col mezzo di chiodi, di bolloni o di viti che attraversano tutta la grossezza della banda, la cui testa o capocchia si trova nell'interno della corona formata dai raggi. La prima di queste disposizioni è quella che ha prevalso quasi esclusivamente per le ruote dei vagoni; la seconda si impiega frequentemente per le ruote delle locomotive, la terza è quasi del tutto abbandonata, inquantochè non presenta la necessaria sicurezza.

Fig. 50

La superficie esterna della banda è formata al tornio; essa si compone di un *orlo b* (fig. 50) congiunto con una guscia della superficie conica, la cui inclinazione è ordinariamente di $^1/_{20}$ (*). Generalmente

(*) Questa conicità della banda è necessaria. Nelle curve il vagone essendo spinto dalla forza centrifuga contro il filare esterno della ruotaja, i punti di contatto delle ruote che appoggiano sopra questo filare della ruotaja si avvicinano all'orlo, mentre quelli delle ruote che riposano sul filare interno si allontanano. Da ciò risulta che i primi, per ciascun giro, fanno un maggior cammino che gli ultimi, ciò che deve aver luogo, imperciocchè non vi può essere strisciamento proveniente dall'invariabilità delle ruote sulle sale.

In linea retta, i due filari della ruota sono di eguale lunghezza. Affinchè le due ruote gemelle rotolino e non striscino, è duopo che il contatto delle ruote stesse colle rotaje abbia luogo seguendo dei cerchi del medesimo diametro. Se per una causa qualunque la sala si allontana da questa posizione, l'orlo di una delle ruote si avvicina alla rotaja, mentre l'altro si allontana. Le ruote facendo allora delle diverse strade, il vagone gira sopra sè stesso, in maniera che l'orlo della ruota che si era avvicinato si allontana, mentre che quello della ruota gemella si avvicina. Il

questa parte della banda è tornita seguendo una seconda superficie conica la cui inclinazione è di $^3/_{20}$.

Una tale disposizione diminuisce alquanto il peso del cerchio di contorno delle ruote senza alterare la solidità; essa è del resto vantaggiosa, inquantochè la banda logorandosi si incava in forma di gola. Le oscillazioni della ruota sulla rotaja ricalcano allora il metallo dal lato esterno, e la banda cessa di essere conica. Il frontale inclinato di $^3/_{20}$ ha per oggetto di ritardare questo schiacciamento della materia che compone la banda.

In America, ove le curve delle strade ferrate hanno sovente piccolissimi raggi, si è portata la conicità delle ruote fino ad un settimo.

Fig. 51.

Sale. — La fig. 51 rappresenta una sala dei vagoni del modello che attualmente viene adottato nella massima parte. La parte *a b* tornita con cura e pulita in tutta la sua lunghezza è il *fuso* sul quale appoggia la scatola del grasso; il *mozzo* della ruota, esattamente calibro al diametro della parte tornita *b c*, vi si applica col mezzo di un torchio idraulico; una chiave in acciajo situata a metà della sala e del mozzo impedisce alla ruota di girare sulla stessa sala. Fra i punti *c c* la sala si compone di due coni tronchi le cui basi minori sono congiunte mediante un tronco cilindrico.

Queste diverse superficie della sala, come si vede, sono riunite col mezzo di ovoli. È necessario di evitare tutte le intaccature ad angolo acuto.

La rottura di una sala di vagone non cagiona quasi mai alcun disastro. Allorquando la cassa non è più sostenuta dalle quattro ruote, ma è sospesa, per così dire, alle vetture contigue dalle catene di attaccamento viene conservata sulla rotaja e guidata da queste vetture. Sulla strada da Strasburgo a Basilea si sono spezzate centinaja di sale senza che i viaggiatori siano stati esposti ad alcun pericolo. Ma se la deplorabile catastrofe dell'8 maggio 1842 ha presentato un esempio spaventevole delle conseguenze di uno spezzamento della sala delle locomotive, in alcune circostanze straordinarie, come accadde or sono alcuni anni sulla strada d'Anversa, un accidente ha provato che lo spezzamento di una sala di vagone, colla riunione fortuita di alcune circostanze, può diventare terribile.

vagone ritorna così alla sua posizione d'equilibrio; ma siccome vi ritorna con una data velocità acquistata, la oltrepassa ed un istante dopo gira in senso contrario. Questo movimento di rotazione combinato col movimento di translazione produce il movimento tortuoso, al quale dai Francesi venne dato il nome di *lacet*. Il movimento tortuoso stanca i viaggiatori e logora il materiale; ma esso impedisce lo sfregamento laterale delle ruote contro le rotaje, sfregamento che avrebbe luogo colle ruote cilindriche i cui effetti sarebbero tuttavia più dannosi. Sono diverse le cause che contribuiscono ad aumentare questo difetto; tali sarebbero, per esempio, il consumo disuguale delle ruote, la tensione non conforme delle molle, ecc. ecc.

Non sarà adunque fuori di proposito di qui riassumere alcune osservazioni importanti fatte su tale argomento dal Polonceau alla strada da Basilea a Strasburgo.

Dovendo un gran numero di sale essere sostituite da altre di un nuovo modello, si sono esse spezzate a colpo d'ariete.

La rottura ebbe luogo costantemente contro la faccia interna del mozzo. La frattura era sensibilmente piana; sia che la sala si fosse spezzata in servizio, sia che siasi rotta a colpi di ariete. La granitura, assai fina come quella dell'acciajo nelle zone *A B* (fig. 52), andava ingrossandosi verso la zona *C*; poi diventò del tutto simile a quella dei corpi della sala, ove il ferro aveva conservata la sua tessitura primitiva. Il colore bruno di ruggine *A*, come quello delle vecchie fratture, divenne gradatamente meno scuro verso la zona *B* sino a che scomparve interamente nella zona *C*. Finalmente i cerchi che avvolgevano le zone *B* e *C* non erano concentrici ma tutti tangenti in *B* al fondo dell' intaccatura ove si trovava la chiavetta.

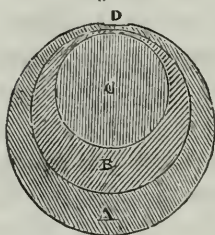



Fig. 52

Questi fatti si sono osservati in un gran numero di sale che avevano eseguito un lungo servizio, costrutte d'altronde con qualità di ferro molto diverse; cioè con ferro assai nervoso ed omogeneo, con ferro formato con avanzi di lamine a tessitura lamellare e con ferri che presentavano nella frattura grossi grani.

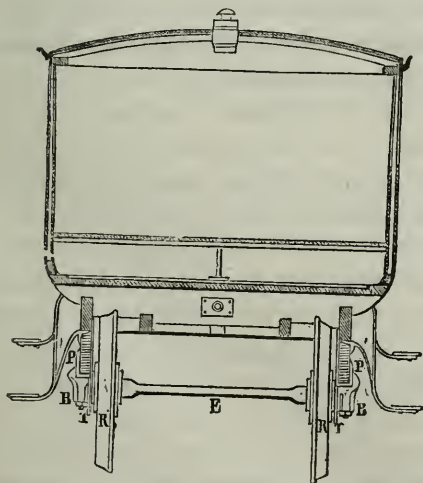
L'ossidamento della rottura dinota evidentemente la preesistenza di una fenditura che successivamente si è ingrandita sino al momento della rottura. Pare incontrastabile che questo genere d'alterazione sia in parte dipendente dall'antico uso di tagliare le sale ad angolo acuto contro il mozzo. Ciò nullameno si evita del tutto tale inconveniente sostituendo all'angolo un ovolo. Alcune sale che in origine furono costrutte per la strada da Basilea a Strasburgo con degli ovoli agli angoli, si sono infrante coll'ariete dopo due o tre anni di servizio. Esse si spezzarono come le altre che presentavano degli angoli anche all' estremità degli ovoli, e la frattura aveva un aspetto analogo a quello delle sale del primo modello. Alcune essendo di ferro eccellente, prima di rompersi sostennero fino a 4 colpi di ariete di 600 chilogrammi che si lasciava cadere dall' altezza di cinque metri ora su di un fianco ora su di un altro.

Un gran numero di ingegneri attribuiscono le rotture di cui parliamo ad un cambiamento di tessitura nel ferro, che dal nervoso passa allo stato del ferro a grani od a faccette dipendentemente dalle ripetute vibrazioni, Questa opinione, che altra volta veniva ammessa assai generalmente, in giornata è combattuta dalle persone più competenti.

Si riconobbe che il cambiamento di stato molecolare del ferro di cui si ragiona si verifica allorquando questo ferro è sottoposto ad una temperatura elevata durante un tempo molto lungo, ovvero alle percussioni a freddo col martello, ed anche al perforamento; operazioni nelle quali il ferro subisce una deformazione violente e persistente. Ma le flessioni che prende una sala durante il suo cammino sono talmente deboli, che è difficile l'ammettere che il loro effetto sia il medesimo di quello prodotto dalla martellatura o dal perforamento.

Del resto le rotture delle sale si spiegano in un modo assai semplice, senza che sia necessario di ammettere una modificazione nella tessitura del ferro.

Nella costruzione delle sale si cerca generalmente di impiegare le qualità di ferro conosciute sotto il nome di ferro *forte* e *duro*. Questo ferro resiste a degli sforzi considerevoli, ma non si allunga che di una tenue misura, prima di rompersi. Ora tutte le volte che una barra di ferro si piega, una parte delle sue fibre si allunga; le flessioni che subiscono le sale durante il cammino, le quali sono dipendenti dai pesi che appoggiano sui fusi e specialmente dalle scosse che soffrono le ruote al passaggio delle congiunzioni, allorquando gli orli vanno ad urtare nelle guide, si traducono in un numero infinito di allungamenti, che se sono bastantemente forti, producono la rottura delle fibre esterne e di mano in mano di tutta la sezione della sala. Da ciò si vede che per evitare la rottura delle sale si dovrà limitare l'allungamento; ed in altri termini è d'uopo aumentarne la sezione onde rendere la loro flessione possibilmente tenue.

Fig. 53

Infatti sulle linee nuovamente costrutte si sono assegnate alle sale delle dimensioni molto più forti di quelle della strada da Strasburgo a Basilea, e con questo mezzo furono evitate compiutamente le rotture.

Le scatole del grasso appoggiano sulle sale ora al di dentro delle ruote, nel qual caso le sale terminano allo stesso piano del mozzo; ora al di fuori delle stesse ruote, ed in allora le sale attraversano il mozzo e si prolungano esternamente.

Allorquando le scatole sono situate internamente alle ruote, si deve assegnare ai fusi una conveniente grossezza, poichè le sale nei punti ove sono collocate devono resistere non solo

alla pressione del carico che sostengono, ma ben anche a tutte le pressioni laterali degli orli delle ruote contro le guide, le quali tendono a rovesciarle spezzando le sale nei punti stessi ove si trovano i fusi.

Al contrario, allorchè le scatole del grasso sono al di fuori (come nella fig. 51), si può diminuire il diametro del fuso, ed in tal modo si limita la quantità dell'attrito, che, come ci insegna lo studio della meccanica, costituisce la parte più importante della resistenza dei vagoni.

I fusi interni non si usano più che pei vagoni che si impiegano nei movimenti di terra. Del resto si tratterà la questione dei fusi interni ed esterni con un maggiore sviluppo, allorquando ci occuperemo delle locomotive colle intelajature interne ed esterne.

Non si trovò di dover dare una grande importanza alla più o men buona disposizione dei fusi e delle scatole del grasso, non influendo essa gran fatto sulla trazione.

In un vagone che corre su di una ferrovia ben conservata, la principale resistenza non si esercita già nel contorno della ruota, come nelle vetture ordinarie, ma bensì tangenzialmente ai fusi.

L'*intensità* di questo *attrito* in teoria non dipende che dalla pressione sostenuta dai fusi; in pratica il pulimento, la qualità e la natura delle superficie di contatto e la materia grassa interposta influiscono molto sopra questa resistenza, come pure la maggiore o minor cura usata nella montatura dell'apparato. Sino ad un certo grado dipende pure dalla estensione della superficie sfregante, e diminuisce allorquando aumenta questa superficie.

Casse. — Abbiamo già detto che la forma delle casse varia secondo l'uso al quale sono destinati i vagoni. Passeremo rapidamente in esame le principali disposizioni che presentano tali apparati.

I vagoni diversificano fra loro specialmente in ciò che concerne la forma delle casse e secondo l'uso al quale sono essi destinati.

Si distinguono:

I vagoni di sterramento.

I vagoni d'insabbiamento.

I vagoni pel trasporto del carbon fossile.

I vagoni pel trasporto delle merci.

I vagoni pel trasporto dei carri e delle vetture ordinarie montate sulle corrispondenti ruote.

I vagoni pel trasporto delle casse delle diligenze.

I vagoni pel trasporto dei bestiami.

I vagoni pel trasporto delle pecore.

I vagoni pel trasporto del latte.

I vagoni pel trasporto dei cavalli.

I vagoni pel trasporto dei bagagli.

I vagoni pel trasporto delle grandi travi in legname.

I vagoni pel trasporto dei gruppi.

I vagoni pel trasporto dei viaggiatori.

È peraltro conveniente di semplificare il materiale delle strade ferrate, riducendo a minor numero possibile le diverse specie dei vagoni. Alla strada dell'Est in Francia, al principio dell'esercizio, questo numero era considerevole. In giornata però, astrazione fatta di una certa quantità di vecchi vagoni, il cui modello è abbandonato, non vengono impiegati che i seguenti vagoni, cioè:

I vagoni colle grandi piatteforme e colle sponde che servono al trasporto dei metalli, delle pietre, dei legnami tanto da costruzione quanto di riscaldamento, dei cotoni in balle, ecc.

I vagoni coperti che trasportano la legna da fuoco, le farine, i grani, e tutte le specie di merci che non si possono caricare comodamente sugli altri. Questi vagoni servono eziandio pel trasporto dei bestiami.

I vagoni di guardia coi freni che servono di furgoni.

I vagoni a cassa costrutti pel trasporto del carbon fossile, e che possono eziandio servire per altri oggetti.

I vagoni a trabocchetto, destinati specialmente al trasporto del carbone.

I vagoni pel trasporto delle pecore.

I vagoni pel trasporto del latte.

I vagoni pel trasporto dei legnami.

I vagoni pel trasporto dei gruppi.

I vagoni pel trasporto dei viaggiatori.

Abbiamo di già precedentemente descritti i vagoni di sterramento (Vol. I pag. 233); ora aggiungeremo qualche parola sulla loro struttura.

Il sistema di costruzione dei vagoni di sterramento è il più semplice di ogni altro. Qualora la costruzione di questi vagoni fosse complicata, non solo se ne eleverebbe il costo, ma la loro manutenzione diverrebbe difficile e dispendiosa. Laonde l'esecuzione di questa specie di veicoli dovrebbe essere affidata a falegnami anzichè ai fabbricatori di carrozze.

La capacità dei vagoni di sterramento dipende dall'importanza del lavoro a cui sono destinati, e dalla distanza che devono percorrere. Si devono costruire più o meno robusti secondo il tempo maggiore o minore, durante il quale si presume di doverne far uso, e secondo le circostanze nelle quali si propone di impiegarli.

I vagoni condotti dai cavalli a piccola velocità devono essere più leggeri di quelli che sono condotti dalle locomotive a grande velocità. Sarà cosa imprudente di servirsi dei vagoni leggieri e deboli sui piani inclinati, ove si trovano esposti a degli urti violenti, oppure nei tagli profondi, allorquando si è costretti di gettare la terra nei vagoni da una grande altezza.

La fig. 54 rappresenta il vecchio vagone inglese di sterramento che venne impiegato sulle strade di S. Germano e di Versaglia. La figura 55 un vagone più semplice la cui cassa è a leva sulla sala anteriore, e di di cui si fa uso in giornata nella maggior parte dei grandi movimenti di terra.

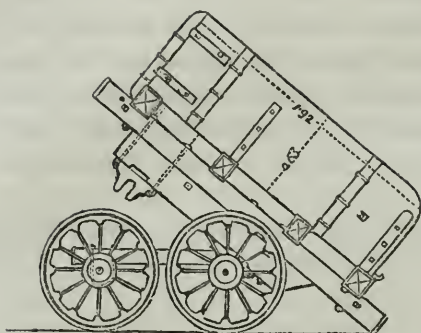
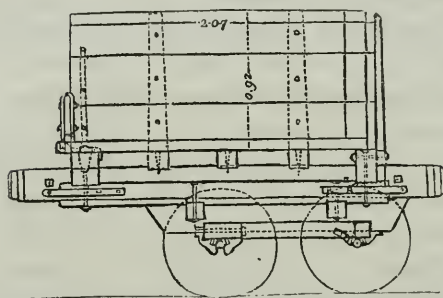



Fig. 54.

Fig. 55

Nei vagoni del primo modello, allorchè la cassa è rovesciata, lo sportello si apre in modo di trovarsi nello stesso piano del fondo in maniera che le terre sono gettate ad una determinata distanza. L'uso di questi sportelli obbligando nella posizione di ferramenta assai costose, vennero surrogati da una semplice sponda mobile che si leva come quella di un carretto ordinario.

Nei vecchi vagoni di sterramento la cassa portata dalle sale sporgeva dalle ruote, le quali non avevano che 50 centimetri di diametro; nei vagoni attuali rimane la cassa nell'interno delle ruote, che hanno il diametro di 0^m 75.

Le casse dei vecchi vagoni di sterramento non trasportano che metri cubici 1,50 di terra. Attualmente nei movimenti di terra alla strada dell'Est in Francia si usano tre specie di vagoni di sterramento, cioè: il vagone inglese a piccolo modello, che non porta che metri cubici 1, 50 o 1, 75 di terra misurata dopo lo scavo; lo stesso vagone a grande modello, che trasporta metri cubici 3, 10, ed il vagone belgio che contiene 3, 20. La cassa di quest'ultimo non gira già sopra una delle sale come nei vagoni inglesi, ma bensì sopra un'asse in legname, ed il vagone è disposto in maniera che si può a piacere farlo girare tanto anteriormente quanto lateralmente.

I vagoni inglesi a grande modello costano 700 franchi; quelli del Belgio 900.

In alcune circostanze e specialmente allorquando le pendenze sono deboli e le distanze cominciano ad essere troppo forti per le carrette, si usano vantaggiosamente dei piccoli vagoni, i quali non pesano che 115 chilogrammi circa; essi sono composti di una cassa e di una intelajatura, alla quale è ap-

plicata una saetta ed un pajo di ruote in ghisa. Questi vagoni non contengono che metri cubici 0, 28 circa di terra, compreso il colmo; ma avuto riguardo all'accrescimento del volume, essi non possono trasportare che da 0, 16 a 0, 22 di sterro.

Nei vagoni per la manutenzione della strada, la sabbia viene caricata superiormente in una cassa rettangolare colle sponde alte da 0^m 15 a 0^m 30. Queste sponde ora sono fisse od ora mobili sopra cerniere.

Il fondo della cassa è formato da traverse inchiodate sulle travi dell'intelajatura e coperte da tavole disposte longitudinalmente. Lo scarico della sabbia si effettua superiormente: ciò non pertanto alcune volte vengono praticati dei fori nelle tavole, che si chiudono e dai quali la sabbia si scarica fra le rotaje.

In questi stessi vagoni si trasporta anche il carbon fossile in grossi pezzi, ed il carico e lo scarico si fa direttamente colle mani.

Sovente il contorno della cassa è munito di anelli e di uncini per assicurare le tele di coperto col mezzo delle quali si preservano le merci dall'umidità e dalle scintille che escono dalle macchine.

Alla strada ferrata dell'Est in Francia si impiegano contemporaneamente delle coperte di tela e delle coperte di borra di seta. Le une e le altre sono intonacate da una preparazione che colà è conosciuta sotto il nome di intonaco *Gagin*, la cui base è il caoutchouc.

Le coperte in tela, allorquando esse sono bene fabbricate, riescono meno voluminose e pesanti di quelle di borra di seta. Queste ultime sono più pieghevoli prima di essere intonacate che dopo una tale operazione, locchè dipende dall'assorbir che fanno una maggior quantità d'intonaco. Le coperte in tela sembrano adunque preferibili.

Ciò non pertanto le opinioni a tale riguardo sono tuttavia molto diverse. L'acquisto delle coperte è una spesa di qualche riguardo nell'esercizio di una strada ferrata; per cui nella scelta si dovranno fare le dovute considerazioni.

Pel carbon fossile minuto si usano le casse piramidali. Queste casse si vuotano col mezzo di trabocchetti che si aprono nel fondo fra le due sale. Alcune volte tali casse si dispongono in modo che si possano levare facilmente dalle intelajature e caricarle su di un treno ordinario.

In giornata si sono abbandonati i vagoni colla cassa trapezoidale, inquantochè nel ritorno non si possono caricare che di un piccolo numero di oggetti. Si usano di preferenza i vagoni colla cassa rettangolare.

I vagoni pel trasporto del carbon fossile ed in generale i carri per le merci non caricavano pel passato che cinque tonnellate. Da tre anni si è raddoppiato il carico, ed in tal maniera si è diminuito considerevolmente il rapporto che vi è tra il peso passivo ed il peso attivo.

Laonde questo rapporto, che nei vecchi vagoni era di $\frac{4\,500}{5\,000} = 0,90$, nei nuovi non è che di $\frac{4\,730}{10\,000} = 0,47$.

I carri delle merci si trasportano sopra grandi piatteforme chiamate *maringottes*. Questi carri vi si collocano col mezzo di una grue dopo di avere levate le ruote, e vengono assicurati con delle funi che passano negli anelli situati alle estremità delle traverse che costituiscono la piattaforma. Sovente vengono essi coperti.

Le carrozze di posta sono trasportate insieme colle loro ruote ed assicurate col mezzo di cinte e di coreggie che trattengono le stesse ruote. Le piatteforme destinate ad un tal genere di trasporto si muniscono ordinariamente di sponde che nei lati minori si possono rovesciare sui piani di carico e scarico.

Le casse delle diligenze sono tolte dai loro treni col mezzo di una robusta grue d'invenzione del signor Arnoux e situate sulla piattaforma in un vagone speciale.

In giornata però, che le strade ferrate hanno preso un grande sviluppo, il trasporto delle casse delle diligenze ha perduto quasi del tutto della sua importanza. Sulla maggior parte delle grandi linee non si effettuano più simili trasporti.

I bestiami sono trasportati in grandi casse chiuse con piccole aperture difese da griglie. Queste casse sono coperte da una specie di tetto e sono munite di porte che si aprono lateralmente. Gli stessi vagoni servono ben anche pel trasporto di un gran numero di merci.

Il trasporto delle pecore si effettua col mezzo di grandi gabbie a due piani; i due pavimenti devono essere rivestiti di lamine di zinco o di piombo e canalati in modo da tradurre all'esterno le urine. Tale rivestimento deve applicarsi inferiormente al tavolato, poichè sul metallo le pecore sdrucciolerebbero e cadrebbero le une sulle altre con pericolo, alcune volte, di ferimento o di frattura.

Il latte si colloca in recipienti cilindrici di latta, della capacità ciascuno di 20 litri; di questi recipienti se ne caricano circa 200 in una cassa formata da uno steccato a due piani, il cui pavimento intermedio è costituito da un graticciato di legno mobile.

Generalmente i vagoni pei cavalli, denominati anche *vagoni-scuderie*, si compongono di una cassa coperta, divisa in tre scomparti da due diaframmi longitudinali. Una traversa mobile imbottita si appoggia contro il petto del cavallo e ne impedisce i movimenti. Le pareti estreme sono costituite da porte speciali per ciascun scomparto. Tali porte, alcune volte, sono in due battenti, uno dei quali a ribalta, che serve anche di ponte per entrare ed

uscire il cavallo dal vagone, servendo l'altro di tetto, ed altre volte invece le porte si aprono sui cardini verticali.

Qualche volta eziandio si trasportano i cavalli in piccole gabbie che si collocano sopra un vagone a piattaforma come si pratica sui battelli.

I vagoni pei bagagli sono coperti e chiusi da tutti i lati, le porte si aprono girando orizzontalmente sopra un asse di ferro piatto, e sono guidate nella parte superiore da una seconda spranga di ferro.

Allorquando sono destinati pei treni dei viaggiatori, si forniscono essi degli apparati di urto e di trazione; pei treni delle merci si sopprimono alcune volte le molle di urto.

Nell' interno si trovano disposte delle tavole e vi è un piccolo armadio per gli oggetti preziosi. Sotto le tavole si collocano le gabbie pei cani, queste sono munite di porte in lamina che si aprono all'esterno.

I vagoni pei bagagli sono sempre muniti di freni.

Sopra molte strade ferrate pel trasporto dei legnami di grandi dimensioni si usano dei vagoni a piattaforma montati sopra otto ruote. I due treni si movono indipendentemente l'uno dall'altro in maniera da permettere il passaggio nelle curve e l' ingresso nelle stazioni col mezzo delle piatteforme giranti. Altre volte i pezzi di legname poggiavano su due treni a piattaforma separati.

I vagoni ad uso della posta pel trasporto dei pieghi e gruppi sono specie di ufficj ambulanti riscaldati ed illuminati, nei quali si eseguisce la separazione delle lettere.

In Francia le casse per le vetture dei viaggiatori sono ben poco differenti da quelle delle diligenze ordinarie.

Le vetture di prima classe sono costituite da tre casse di berlina ordinaria, ovvero di due casse di berlina e di due casse di *coupé* (fig. 56).

Le vetture di seconda classe presentano l' insieme di tre o quattro casse di vetture ordinarie, le cui pareti però sono piane in luogo di essere curvilinee (fig. 57).

Le vetture di terza classe per l' addietro erano scoperte; ora su tutte le grandi linee hanno il coperto.

Sovente lungo le strade ferrate si trovano delle vetture costituite da uno scomparto di vettura di prima classe, compreso fra due scomparti di seconda classe. Queste vetture sono vantaggiose, inquantochè si provvede con esse a collocare pochi viaggiatori di prima classe, senza il bisogno di aggiungere un apposito vagone.

Alle strade ferrate dell' est in Francia si usano delle vetture di prima classe composte di due casse ordinarie e di una sola cassa di *coupé*. Quest'ultima cassa è molto lunga e può, occorrendo, permettere ai viaggiatori di coricarsi. La cassa del *coupé* non contiene che tre viaggiatori, quantunque

l'ampiezza sia conforme a quella di una cassa ordinaria che ne contenga otto; l'uso però di queste vetture è assai oneroso per l'esercizio.

Sulle grandi linee di strade ferrate si trovano eziandio delle vetture di lusso o di circostanza. La cassa di tali vetture contiene una o due sale con una o due camere di riposo, e dei gabinetti. Esse non si usano che assai di rado.

Le vetture pei viaggiatori delle strade americane (denominate *cars*) non sono che di una sola classe. Le persone di colore sono collocate nei vagoni dei bagagli. Queste vetture sono molto lunghe; esse poggiano sopra due treni di quattro ruote ciascuno e si allargano superiormente alle ruote. Nella camera si trovano ordinariamente 24 piccoli sedili ognuno dei quali di due posti collocati da ciascun lato del vagone in modo da lasciare nel mezzo uno spazio vuoto bastantemente largo per poter girare. I sedili, in generale sono coperti di crine nero e gli schienali mobili, affinchè i viaggiatori possano a loro talento collocarsi a seconda del cammino od al contrario. Queste grandi vetture corrono nelle due direzioni, senza che sia d'uopo di girarle nelle stazioni. Nel mezzo della camera vi è una stufa in ghisa della forma di una piccola colonna che durante la cattiva stagione è sempre riscaldata, ed intorno alla quale si riuniscono i viaggiatori. Alle estremità delle vetture vi sono delle piccole piatteforme che servono per entrare ed uscire, le quali sono difese da una sbarra di ferro. Durante il tragitto i viaggiatori vi possono fumare; ma il posto non è largo abbastanza per potervi sedere. Allorquando il convoglio si compone di più vetture, si può passare dall'una all'altra, attraversando lo spazio interposto alle piatteforme. Ciascun treno trasporta un servizio di caffè ambulante ad uso dei viaggiatori. Sopra queste strade le signore hanno pel loro uso all' estremità delle vetture che occupano, un gabinetto co' suoi accessorj.

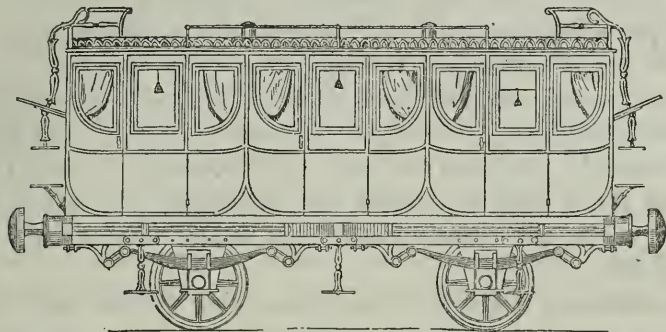
Altre vetture di più antica data non hanno che una camera nella quale i sedili sono in quadrato, di modo che i dossi fanno spalliera alle quattro pareti. Tutti i piedi si trovano riuniti nel mezzo ed appoggiano sopra una stufa riscaldata inferiormente e ad uno de' suoi estremi. Queste vetture sono molto incomode e vi si soffre un gran caldo.

Sulla strada da Strasburgo a Basilea si impiegarono eziandio dei vagoni ad otto ruote pel trasporto delle merci. Essi differiscono dai vagoni americani in ciò, che ciascun treno può effettuare sotto la sua cassa una completa rivoluzione, locchè permette di poter girare i vagoni sopra delle piccole piatteforme movendo i treni l'uno dopo l'altro.

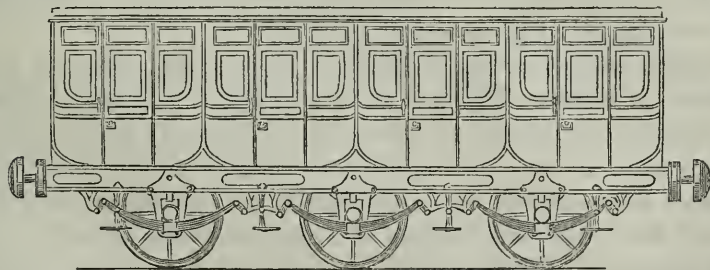
Abbiamo di già parlato dei vagoni a quattro, a sei, ad otto ruote ed abbiamo osservato che le casse dei vagoni ad otto ruote poggiano sopra due treni separati. È nell' intelajatura della cassa che in questi vagoni, come in quelli col sistema belgio, è portato l'apparato d'attaccamento.

I vagoni a sei ruote sono meno sottoposti alle oscillazioni laterali e verticali che quelli a quattro, ma essi passano assai più difficilmente nelle curve. Assottigliando od anche sopprimendo il cordone delle ruote di mezzo, e lasciando un agio tra le scatole del grasso e le piastre, si rende assai facile il passaggio dalle curve.

I vagoni ad otto ruote hanno un movimento ondulatorio fra i due punti su cui poggiano le casse, che riesce spiacevole ai viaggiatori.

Fig. 56.

Il numero dei viaggiatori contenuto in un vagone delle strade ferrate è molto variabile.

Nelle vetture di prima classe delle strade inglesi non si collocano più di sei viaggiatori per cassa, ossia 18 per vettura. In Francia vi sono otto viaggiatori per cassa, che costituiscono il numero di 24 per le tre casse. Alle strade di Versaglia e di S. Germano si dispongono inoltre sei viaggiatori sui sedili dell' *imperiale.*

Fig. 57.

Le casse delle vetture di seconda classe contengono dieci viaggiatori per scomparto, e siccome vi sono generalmente tre scomparti per ciascuna vettura a quattro ruote, così si hanno trenta viaggiatori per ciascuna vettura.

Le vetture di terza classe a quattro ruote accolgono da quaranta a cinquanta viaggiatori.

Sulle strade da Sheffield a Manchester e su quelle di Germania esistono dei vagoni a quattro ruote, nei quali si viaggia in piedi; questi vagoni contengono sessanta viaggiatori.

I vagoni a sei ruote che vennero adottati per le strade del Lombardo-Veneto contengono 24 persone quelli di 1.ª classe, 40 quelli di 2.ª e 48 individui quelli di 3.ª classe. Essi hanno la struttura e la forma come quelli americani.

I vagoni a otto ruote della strada da Vienna a Raab portano cinquantasei viaggiatori.

Se si confronta il peso utile (quello dei viaggiatori o delle merci) col peso passivo (quello della vettura vuota), si trova che questo rapporto è meno grande che per le vetture che circolano sulle strade ordinarie.

Così nelle vecchie diligenze della strada di Versaglia (sponda sinistra), ove questo rapporto era più favorevole che sopra qualunque altra strada ferrata in causa dei viaggiatori collocati sull' imperiale, si limitava a 0, 70, mentre che per le vecchie diligenze che circolavano sulle strade ordinarie il peso del carico utile stava a quello della vettura vuota come 5 sta a 4, ossia di 1, 20.

Sarà sommamente vantaggioso, specialmente per le linee molto pendenti, di ridurre il peso dei veicoli, senza diminuire la capacità; ma ciò sarà difficile, inquantochè l' intelajatura deve presentare una grande solidità.

Accade pure che sulle nuove linee in luogo di diminuire il peso delle vetture lo si è invece sensibilmente aumentato. Così le vecchie vetture di prima classe a quattro ruote ed a tre casse della strada d' Orleans non pesavano che 3 345 chilogrammi; quelle della strada del Nord pesano 5 240 chilogrammi; quelle da Amiens a Boulogne 5 640 chilogr., e quelle da Parigi a Strasburgo 5 200 chilogrammi.

Questo accrescimento di peso dipende dalle esigenze sempre crescenti dei viaggiatori e dalla necessità di dover aumentare la solidità delle vetture affinchè esse possano meglio resistere agli urti.

Attualmente sulle nuove linee si allungano le casse delle vetture di seconda e terza classe, in maniera da portare da tre a quattro il numero degli scomparti.

In tal modo sembrerebbe di poter ottenere una diminuzione nel rapporto del peso passivo al peso utile, diminuzione analoga a quella conseguita coll'aumentare la capacità dei vagoni delle merci; ma quantunque non si aumenti il numero delle ruote, si è costretti di accrescere le dimensioni delle diverse parti della vettura in maniera che il rapporto del peso passivo al peso utile non cambia punto nelle vetture di terza classe e diminuisce ben poco in quelle di seconda. Troviamo, per esempio, che alla strada di Strasburgo il rapporto del peso passivo al peso utile, che nelle vetture di seconda classe era di $\frac{4\,600}{2\,750} = 2,45$, nelle nuove è di $\frac{6\,260}{3\,000} = 2,10$.

In quelle di terza classe il rapporto che troviamo nelle antiche vetture è di $\frac{4\,850}{3\,000} = 1{,}61$, e nelle nuove è di $\frac{6\,000}{2\,150} = 1{,}60$.

Il principale vantaggio dell'aumento di lunghezza delle vetture pei viaggiatori consiste in una piccola riduzione sul prezzo. Infatti gli antichi vagoni di seconda classe costarono 5 600 franchi e contenevano 30 viaggiatori, di maniera che il capitale occorrente per ciascun viaggiatore era di fr. 186; nelle nuove vetture il capitale erogato è di franchi 6 100, ossia 152 franchi per viaggiatore. In quanto ai vagoni di terza classe i vecchi costavano 5 225 franchi, e contenevano 40 viaggiatori, ciò che rappresenta il capitale di franchi 130 per viaggiatore. I nuovi costano 6 000 franchi, e contengono 40 viaggiatori, ciò che dà franchi 120 per viaggiatore.

La distanza delle sale è maggiore nei nuovi che nei vecchi vagoni. Così questa distanza nei vecchi vagoni di seconda classe era di $2^m 49$ e nei nuovi è di $3^m 60$. Negli antichi vagoni di terza classe era di $2^m 65$, e venne portata a $3^m 60$ nei nuovi vagoni.

Le vetture di prima classe devono essere possibilmente comode, senza riescire soverchiamente pesanti, perchè l'uso diverrebbe oneroso per l'esercizio.

Si ritiene che le vetture della strada ferrata del Nord in Francia soddisfacciano a questa doppia condizione. Ciò non ostante in alcune nuove linee vi si è sostituito il modello inglese, che ne diversifica essenzialmente perocchè le casse sono alquanto meno grandi e contengono soltanto 6 viaggiatori in luogo di otto. Tale aumento di spesa non ci sembra bastantemente giustificato se non che per quelle linee in cui lo spazio fra le due rotaje è talmente ristretto da non permettere l'allargamento della cassa.

Le vetture di seconda classe senza essere così comode come quelle di prima classe, devono però superare quelle di terza classe. È assai difficile lo stabilire fra le vetture delle diverse classi una giusta proporzione tra la comodità ed il prezzo dei posti, di maniera che la riduzione delle tariffe non induca i viaggiatori che naturalmente dovrebbero scegliere le vetture di prima classe a preferire quelle di seconda oppure quelli che appartengono alla seconda classe ad accontentarsi della terza.

Le casse delle vetture di seconda classe sulle diverse strade ferrate in esercizio sono pressochè simili. Esse non diversificano dalle casse delle vetture di prima classe, che in quanto alla minor eleganza ed alla minor lunghezza. Contengono due viaggiatori di più per ciascun scomparto, e sono chiuse con vetri mobili come queste ultime.

Alla strada ferrata di Lione le vetture di seconda classe sono troppo comode, e devono necessariamente chiamare un buon numero di viaggiatori della prima classe.

I modelli delle vetture di terza classe presentano molte differenze. Sulla strada del Nord in Francia i viaggiatori di terza classe erano contenuti per l'addietro in una cassa unica che comprendeva tutta la lunghezza della vettura. Vi si entrava per mezzo di due porte situate lateralmente all'estremità della cassa; i sedili erano situati longitudinalmente come negli *omnibus*; due sedili si appoggiavano alle pareti laterali e due altri erano costrutti nel mezzo della cassa.

Con un numero così limitato di porte il servizio nelle stazioni non si effettuava con tutta quella sollecitudine che si desiderava ed i viaggiatori soffrivano troppe difficoltà ad uscire dai vagoni nel caso di sciagura. Si trovò migliore il dividere le casse in quattro scomparti ed aprire da ciascun lato altrettante porte quanti sono gli scomparti. In tal caso i sedili si collocano trasversalmente. Tale disposizione venne adottata in Francia per tutti i nuovi vagoni.

I vagoni di terza classe non vengono giammai imbottiti.

Sulle strade di Rouen, d'Orleans e dell'Alsazia in principio erano scoperti. I nuovi capitoli d'appalto obbligano le società, non solo a coprirli ma eziandio a difendere le aperture col mezzo di vetriate mobili. Tali aperture non devono essere nè troppo grandi nè troppo piccole. Se sono troppo grandi, ne consegue che le vetture di terza classe si trovano in estate migliori di quelle di seconda; se sono troppo piccole, queste vetture divengono malsane.

Gli scomparti non si trovano separati col mezzo di pareti piene in tutta l'altezza come lo sono quelle di prima e seconda classe, ma soltanto da semplici schienali che non oltrepassano la metà dell'altezza della cassa. Le traverse però devono costruirsi solidamente per collegare e sostenere le pareti laterali.

Nella parte superiore, nelle pareti laterali ed inferiormente all'imperiale si sono praticate utilmente delle piccole aperture rettangolari chiuse da persiane per avere della luce e della ventilazione, allorchè sono chiusi.

Nelle vetture di prima classe per l'addietro si collocavano delle patere in legno od in metallo per appendervi i cappelli. Attualmente però si sono vantaggiosamente sostituite delle reticelle.

Nelle vetture di prima classe del Nord in Francia e di molte altre strade i *plafoni* sono in legname di cedro. Alle strade dell'est invece sono coperti da stoffe, locchè riesce assai più economico. Alle stesse strade dell' Est i cuscini sono elastici, di cui il pubblico è soddisfatto.

In Francia si erano destinate delle vetture esclusivamente pei fumatori; ma siccome un gran numero di viaggiatori trasgredendo alle ordinanze della Polizia fumavano in tutte le vetture, e col sistema di vettura colà adottato è quasi impossibile di impedirlo durante il tragitto fra due stazioni, così si è rinunciato all'uso delle vetture speciali.

Da tutto ciò che si è detto viene ovvia la domanda, quale sarà adunque la migliore costruzione delle carrozze, tanto pel comodo pubblico quanto per l'interesse dell'Amministrazione?

Una tale questione venne presa in esame dell'ingegnere A. Milesi, il quale in una nota pubblicata nel giornale dell'Ingegnere-Architetto si esprimerebbe presso a poco nei seguenti termini: V'hanno ragioni che consiglierebbero le carrozze grandi, ed altre che farebbero propendere a quelle piccole. Colle carrozze grandi si diminuisce il numero delle testate, dei repulsori, degli apparati di trazione e di urto. Con esse la sicurezza è maggiore, si ha un moto più tranquillo e meno soggetto ad uscire di rotaja per le oscillazioni e pei sussulti.

Ma colle vetture grandi il vantaggio di costruzione pel minor numero di ripulsori, ecc. viene paralizzato dal dover assegnare dimensioni più forti al telajo ed a tutte le parti principali dell'ossatura delle carrozze. Quindi è che le carrozze che portano 72 viaggiatori pesano 12 tonnellate, e perciò 166 chilogrammi per posto, mentre quelle che portano 48 persone non pesano che 8 tonnellate, e quindi si ha il medesimo peso di chilogr. 166 per posto.

Vi è un'altra ragione che milita per le carrozze piccole, ed è l'economia dei posti vuoti. Si sa che tanto meno saranno i posti vuoti di un treno, quanto il numero dei viaggiatori sarà divisibile pel numero dei posti di una carrozza. Ora avendo carrozze grandi, per es. da 60 o 70 persone, accadrà sovente di dover attaccare un numero di posti doppio od anche triplo dell'occorrente, inquantochè per due o tre persone che si trovassero in una stazione intermedia si dovrebbe aggiungere un vagone della capacità da 60 a 70 viaggiatori. Da qui ne consegue che in molti casi il peso dei viaggiatori, ossia il peso utile, non sarà che $^1/_{12}$ od anche $^1/_{13}$ del peso passivo delle carrozze. Laddove si usano invece le carrozze piccole il peso dei viaggiatori sta fra $^1/_4$ ed $^1/_6$ di quello delle carrozze.

Discendendo alla forma che dovrebbero avere le vetture, sia per ottenere la maggior facilità di servizio dei conduttori, sia pel comodo dei viaggiatori, sia finalmente per le spese di trazione, si osserva:

1.° che il servizio dei conduttori si eseguisce assai più comodamente colle carrozze americane (vale a dire colla cassa costrutta in un sol ambiente che abbia la corsia nel mezzo, e le due porte alle teste, come sono quelle del Lombardo-Veneto) che non lo sia colle carrozze inglesi. Il ricevimento dei viglietti, la chiamata dei conduttori e quella dei viaggiatori che si fermano in ciascuna stazione vien eseguita colla massima regolarità e comodità possibile, mentre colle carrozze costrutte col modello inglese, come sono quelle del Piemonte, il ricevimento dei viglietti dalle finestre ed ogni altro servizio riesce incomodo e difettoso sotto ogni riguardo. Quindi la costruzione delle

carrozze americane è da questo lato decisamente superiore alla costruzione delle carrozze inglesi.

2.° Colle carrozze americane i viaggiatori possono entrare ed uscire dovunque, passando dalle sale d'aspetto alle carrozze in piano; viceversa colle inglesi il treno non si trova precisamente al piano elevato dell'imbarcadero e bisogna attraversare la stazione sopra un terreno irregolare che è sempre incomodo e pericoloso specialmente durante la notte e nel caso di un gran movimento. Nelle carrozze americane qualunque viaggiatore può entrare od uscire non incomodando nessuno o tutt'al più una sola persona; nelle inglesi al contrario trovandosi le porte da un sol fianco, quegli che è seduto dal lato opposto della carrozza è obbligato ad incomodare tutti i viaggiatori di quello scomparto. Nelle carrozze americane ogni viaggiatore può passare da uno stallo ad un altro della carrozza, e dalle finestre e dalle porte di fronte può vedere anche nelle carrozze vicine; in esse il viaggiatore si può movere, star in piedi e cangiare di posizione, non incomodando nessuno. Tutti questi vantaggi non si hanno nelle carrozze inglesi, ove il viaggiatore è costretto a rimanere al suo posto per tutta la strada da percorrersi. — A fronte di tutti questi comodi che hanno le carrozze americane su quelle inglesi, si vorrebbe però che le prime presentassero il grave inconveniente di produrre nell' interno della cassa un rumore bastantemente forte per renderlo incomodo ai viaggiatori, specialmente in un lungo cammino; laddove nelle carrozze inglesi un tale rumore è pressochè nullo. Ma a questo inconveniente può essere provveduto con diversi mezzi in modo da rendere le carrozze americane di poco inferiori a quelle inglesi.

3.° Che in riguardo alle spese di trazione le carrozze col sistema inglese presentano una superiorità assoluta sulle carrozze americane, diminuendosi il peso passivo, riuscendo più facile il passaggio delle curve e più economica la spesa di prima costruzione.

Riassumendo adunque, si ha che per l'interesse pubblico, sia per la comodità del servizio sia per la sicurezza e pel comodo dei viaggiatori, le carrozze americane sono preferibili alle carrozze di qualsiasi altra forma; ma quando si voglia aver riguardo soltanto all' interesse materiale della società conduttrice della strada, le carrozze inglesi presentano un maggior utile alla medesima.

DEI FRENI.

I freni sono collocati sui tender e sopra un determinato numero di vetture per impedire, occorrendo, che le ruote girino, e convertire in tal modo l'attrito di rotazione in quello di strisciamento.

L'uso dei freni molto robusti può impedire dei gravi accidenti.

Si sono impiegati diversi modelli nei freni.

La scarpa destinata a premere il contorno della ruota è sempre in legname. Essa è generalmente bollonata ad un pattino in ferro.

La figura 58 rappresenta il freno che veniva impiegato in principio alla strada ferrata di S. Germano.

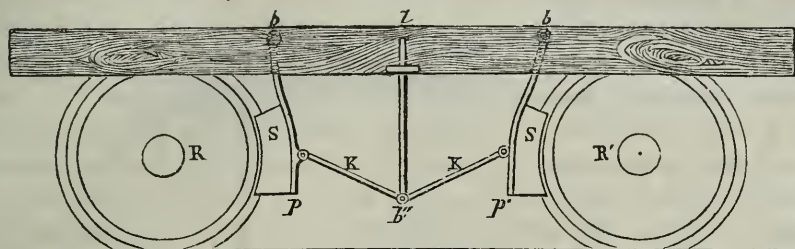
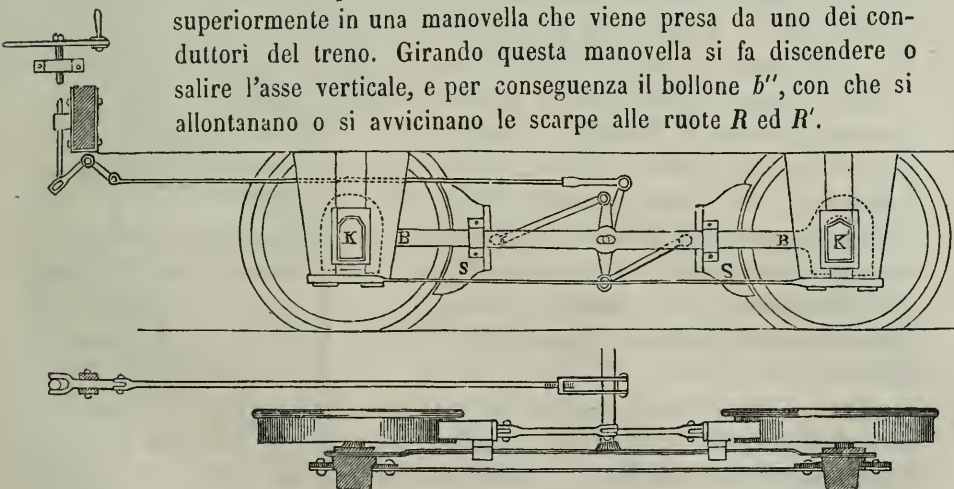
Fig. 58.

S ed S sono le scarpe in legname. I pattini P e P' sono sospesi a dei bolloni b e b assicurati ad una trave longitudinale dell' intelajatura; essi possono girare su questi bolloni, come una leva intorno ad un punto fisso. Due piccole aste snodate (*bielles*) K e K congiunte a cerniera coi pattini P e P' si riuniscono mediante un bollone b'' ad un asse verticale t, la cui estremità inferiore è attaccata al medesimo bollone, ed ascende verticalmente sino all'imperiale, ove essa è scanalata a vite, e collocata in un foro a madrevite aperto nello stesso imperiale. Questo asse termina superiormente in una manovella che viene presa da uno dei conduttori del treno. Girando questa manovella si fa discendere o salire l'asse verticale, e per conseguenza il bollone b'', con che si allontanano o si avvicinano le scarpe alle ruote R ed R'.

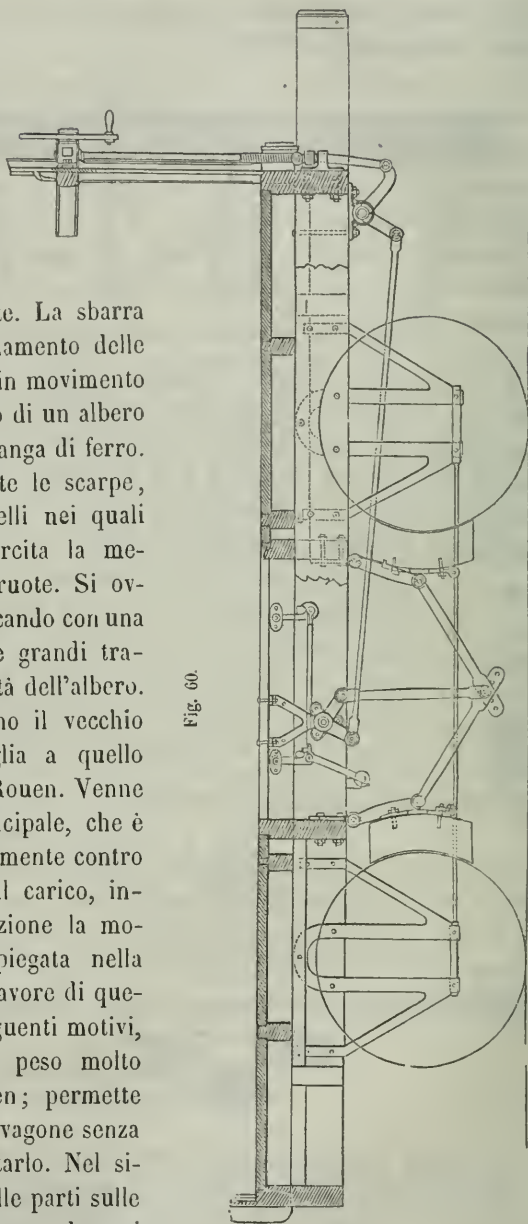
Fig. 59.

Le scarpe essendo compresse fortemente alle ruote, impediscono che girino.

Il freno di S. Germano tende ad allontanare le due ruote e per conseguenza a distruggere il paralellismo delle due sale. Ciò peraltro è un inconveniente, al quale si è cercato di rimediare nel freno impiegato sulla strada ferrata di Versaglia (sponda sinistra).

Sulle strade di Rouen, d'Orleans e su tutte le nuove linee i freni sono disposti in un modo diverso. Le scarpe S ed S (fig. 59) sono trasportate col mezzo di una *coulisse* su di una spranga di ferro piatto B assicurata alle stesse scatole del grasso K e K, di maniera che il freno seguendo il movimento verticale delle medesime sulle sporgenze a ferro di cavallo S S agisce sempre nell'asse delle ruote. La sbarra di ferro impedisce l'allontanamento delle sale. Le scarpe sono poste in movimento da aste snodate e col mezzo di un albero sostenuto dalla medesima spranga di ferro.

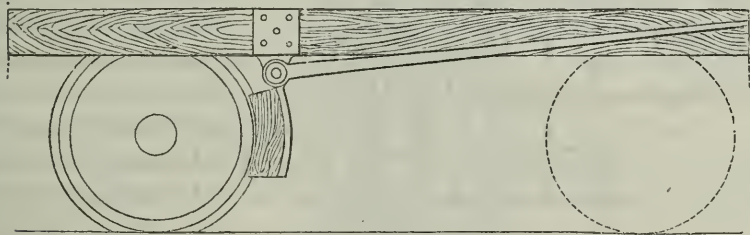
Consumandosi inegualmente le scarpe, questo freno, come tutti quelli nei quali si ha l'asse fisso, non esercita la medesima pressione sulle due ruote. Si ovvia a tale inconveniente, praticando con una forma ovale i fori delle due grandi traverse che portano le estremità dell'albero.

Fig. 60.

Molti ingegneri preferiscono il vecchio freno delle strade di Versaglia a quello più moderno della strada di Rouen. Venne rimediato al suo difetto principale, che è quello di appoggiarsi inegualmente contro le ruote, allorquando varia il carico, introducendo nella sua costruzione la modificazione bastantemente spiegata nella figura 60. Tale opinione in favore di questo freno è appoggiata ai seguenti motivi, cioè: è di un costo e di un peso molto minore che il freno di Rouen; permette di poter togliere le ruote del vagone senza che sia necessario di smontarlo. Nel sistema di Versaglia l'attrito delle parti sulle travi longitudinali è soppresso, da cui risulta che la forza spiegata dai guardafreni pel chiudimento è meglio utilizzata.

Tuttavia questo freno presenta un inconveniente che non ha quello di Rouen, che consiste nel non potersi adattare che ai vagoni costrutti dietro determinate condizioni di distanza delle sale. Questa distanza essendo troppo grande, diviene difficile di impiegarlo utilmente. Il consumo delle scarpe con questo freno è altresì meno uniforme che col freno applicato alle travi longitudinali. Ciò non pertanto, tutto considerato, i vantaggi del freno di Versaglia modificato superano talmente gli inconvenienti, che ne consigliamo l'uso tutte le volte che le disposizioni del materiale lo permettano. Alle strade dell'est venne applicato ad un gran numero di vagoni.

Qualunque sia il sistema del freno impiegato, è necessario di poter regolare la lunghezza di alcuni pezzi che lo compongono, in maniera da compensare il consumo delle scarpe in legname.

In luogo di impiegare una vite per chiudere il freno, si può far uso di una leva, come abbiamo già indicato. Ciò si verifica nel freno rappresentato dalla figura 61 che si applica ai vagoni pei movimenti di terra o per quelli di trasporto del carbon fossile.

Fig. 61.

L'uso delle leve permette di poter agire con una maggior prontezza, allorchè si vuol chiudere il freno; ma il chiudimento cessa mancando l'opera del conduttore, e non è energico che in ragione della lunghezza della leva. L'impiego degli assi a vite, benchè esiga un maggior tempo pel chiudimento, pure è preferibile.

Si sono impiegate eziandio delle catene e delle ruote dentate in luogo delle viti. Una tale disposizione è buona pei *tenders* il cui attacco colla macchina è molto solido; ma pei vagoni, agendo troppo rapidamente, cagiona frequenti rotture agli attacchi.

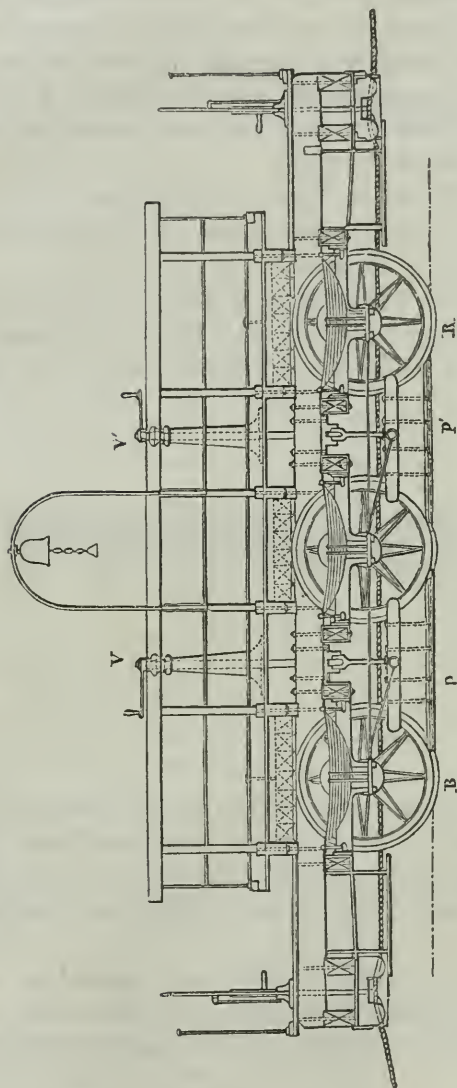
Sul piano inclinato di Liegi per moderare la velocità dei convogli che discendono si sono adottati dei freni che agiscono direttamente sulle guide in luogo di funzionare sulle ruote come i freni ordinarj.

La figura 62 rappresenta questa specie ingegnosa di freno inventato dal Laignel.

Il freno è portato da un vagone speciale, chiamato *vagone-freno*, che si carica di un peso tanto considerevole quanto si giudica necessario. Questo vagone ha sei ruote. Dei pezzi di legno (*patins*) P P' situati fra le ruote R ed R' sono sospesi a degli assi verticali posti alle estremità delle leve. Si alzano o si abbassano le leve ed i pezzi di legno (*patins*) col mezzo delle viti V e V', le quali si movono nelle madreviti assicurate e sostenute da colonne poste nel mezzo della piattaforma del vagone. Allorchè si vuol mettere in azione il freno si fanno adagiare i pezzi di legno sulle guide, e si preme fino a che il vagone venendo sollevato sugli appoggi fissi, le ruote cessano di scorrere sulle rotaje, trovandosi anch'esse rialzate. Il vagone freno si trova in tal modo convertito in uno strascico il cui sfregamento è tanto maggiore quanto più forte è il peso.

Fig. 62.

I freni ordinarj allorquando agiscono, producono un tremito spiacevole pei viaggiatori, per lo che devono essere di preferenza collocati ai vagoni per le merci o pei bagagli, di quello che ai vagoni pei viaggiatori, scegliendo in ogni caso quelli di seconda o terza classe anzichè quelli di prima.

Forse la miglior disposizione consiste nel collocarli in testa od in coda di ciascun treno con un vagone speciale molto carico e munito di freni robusti; ma questo mezzo diverrebbe alquanto dispendioso.

Il *freno Laignel* è usato a Napoli ed a Torino. In Inghilterra si chiamava al principio *freno belgio*; attualmente ha preso il nome di *freno di sicurezza.*

Malgrado i molti vantaggi che presenta questo freno, le società francesi non se ne servono punto, inquantochè temono che alleggerendo le ruote possa uscire dalle ruotaje, e quindi produrre un disastro per evitarne un altro.

Inoltre l'azione del freno Laignel è lenta, e ciò che si guadagna in forza si perde in velocità; essendo esso in ferro, l'attrito è quattro volte minore di quello del legno sul ferro.

Il Bricogne, già allievo della Scuola Centrale ed ora ingegnere ispettore principale del materiale alla strada ferrata del Nord, ha proposto un nuovo freno, di cui ora diamo la descrizione.

Ai freni ordinarj a manovella si attribuisce il difetto della lentezza colla quale si opera il servizio. Il freno del Bricogne tende a rimediare a questo inconveniente.

Un pezzo di ghisa del peso da 150 a 200 chilogrammi è sospeso verticalmente fra gli strisciatori verticali col mezzo di uno scrocchetto. Il guardafreno move un tale scrocchetto soltanto di un centimetro, ed in allora il masso cade pel proprio peso. La pressione risultante da questa caduta si trasmette sulle ruote del veicolo per mezzo di leve a braccia disuguali e delle scarpe. Tale pressione viene aumentata dal guardafreno mediante un crico col quale si solleva in seguito il masso per iscioglierlo di nuovo.

Dietro il rapporto dei bracci di leva, il peso del masso e le proporzioni del crico (ritenuto che lo sforzo esercitato dall'uomo sia di 20 chilogrammi), ecco quali sono le pressioni esercitate:

Vagone pei viaggiatori. — Peso del masso chilogr. 150

Pressione risultante dalla caduta .	Chilog.	1428
Pressione col crico	»	1643
Totale	Chilog.	3071

Vagone pei bagagli. — Peso del masso 150 chilog.

Pressione dovuta alla caduta . . .	Chilog.	1428
Pressione col crico	»	2528
Totale	Chilog.	3956

Vagone per le merci. — Peso del masso Chilog. 120.

Pressione dovuta alla caduta . . .	Chilog. 2250
Pressione col crico	» 2528
Totale	Chilog. 4778

Laonde con un peso da 150 a 200 chilog. che cada liberamente si produce sulle ruote una pressione corrispondente a 1428 ed a 2250 chilogrammi in uno o due secondi.

Con un crico di dimensioni convenienti si aumenta questa pressione del doppio o del triplo.

Collo stesso crico si innalza il masso con uno sforzo soltanto da 13 a 18 chilogrammi.

Quantunque questo freno funzioni lodevolmente, ciò non pertanto vengono fatte le seguenti obbiezioni; cioè: 1.° esso costa 400 franchi di più che i freni ordinarj, ossia 1000 franchi in luogo di 600; 2.° si può collocarlo bensì facilmente nell'interno dei vagoni pei bagagli, ma esso occupa un posto da cui si potrebbe ritrarre altro partito; 3.° nei vagoni pei viaggiatori, ove non può essere collocato che esternamente; il suo impiego presenta molte difficoltà. In tal caso si è costretti o di collocarlo lateralmente alla *garetta* della guardia in una nicchia che penetra nell'interno del vagone, occupando il posto di un viaggiatore, oppure di situarlo nella stessa *garetta* coll'allargarla, ciò peraltro che aumenta sensibilmente il peso posto in falso della *garetta*, peso che è di già soverchio. Simili inconvenienti si presentano nei vagoni per le merci, ove il guardiano è collocato esternamente.

A tali obbiezioni il Bricogne risponde nei seguenti termini: 1.° I freni ordinarj non si possono movere comodamente che riservando nei vagoni pei bagagli un posto di grandezza pressochè eguale a quello occorrente pei freni a contropeso; 2.° Si evitano gli inconvenienti prodotti dal peso in falso, cambiando la posizione delle sale; 3.° L'aumento di prezzo è compensato bastantemente dai vantaggi che derivano dal freno a contropeso.

Dobbiamo altresì far parola del freno automotore di Guérin, esperimentato con un successo favorevole alla strada d'Orleans. La seguente descrizione viene tolta da una nota letta alla Società degli ingegneri civili dal signor Fourquenot.

« Nei diversi freni generalmente impiegati sulle strade ferrate il chiudimento delle scarpe contro le ruote è determinato dall'effetto prodotto su di una manovella mossa dal conduttore. Il Guérin nel suo apparato utilizza a questo scopo la pressione che ha luogo sulle molle di urto nei vagoni che

costituiscono un treno in viaggio, allorchè il meccanico per fermarlo chiude il regolatore della macchina e fa serrare i freni del tender.

« Per giungere a tale risultato egli colloca sull'albero del freno due leve le cui estremità si prolungano contro le molle di urto posteriori del vagone da ciascun lato delle guide. Queste leve servendo di punto d' appoggio alle molle, il freno funzionerà allorquando entra il repulsore. Da ciò si comprende che per obbligare un treno a retrocedere è d'uopo di paralizzare un tale effetto.

« Questo scopo venne felicemente raggiunto col mezzo di un meccanismo semplice ed ingegnoso che è composto delle seguenti parti:

« 1.° Di un pezzo biforcato assicurato sul traverso posteriore dell' intelajatura ed articolato in modo da poterlo abbassare onde servire d'appoggio alla sporgenza dell'asse dell'uncino di trazione, oppure di sollevarlo per lasciarlo libero.

« 2.° Di una leva verticale munita di un contrappeso che comunica il suo movimento col mezzo di un asse al pezzo biforcuto.

« 3.° Di un anello di forma particolare collocato sopra una delle sale, che gira con una determinata velocità per l'azione della forza centrifuga. Questo anello ha nel mezzo un'incanalatura di una data profondità.

« Allorchè il treno è animato da una velocità superiore a dieci chilometri, l'anello cambia di posizione e presenta alla leva l' incanalatura; il contrappeso agisce per inalzare il pezzo biforcuto, lo toglie dalla base dell'uncino di trazione e permette alla molla di urto di poter retrocedere. In allora il freno può chiudersi sotto l' influenza dell'ingresso del ripulsore.

« Al contrario, allorchè il treno è tranquillo oppure animato da una velocità al disotto di 10 chilometri, l'anello è condotto contro la sala da due molle a spirale, ed in questa posizione esso presenta alla leva il maggior diametro, e lascia in tal modo il pezzo biforcuto interposto fra il traverso dell' intelajatura e la sporgenza dell' asse di trazione. Questo pezzo serve in allora d'appoggio alla molla di urto, che può disimpegnare le sue funzioni ordinarie senza trasmettere alcun movimento al freno.

« Per compiere l'apparato, venne posta una molla di richiamo assicurata col mezzo di un asse ad una delle leve dell'albero del freno. Questa molla, che è costituita da tre lamine ad una tensione iniziale da 400 a 500 chilogrammi, ha per oggetto di ricondurre al suo posto la molla di urto schiudendo il freno. Essa impedisce eziandio che il ritorno del ripulsore, e per conseguenza l'azione del freno, abbia luogo sotto una pressione debole, come potrebbe accadere allorquando un treno discende da una salita senza vapore.

« È d'uopo notare inoltre che non si modifica per nulla il movimento ordinario del freno e che l'azione dell'apparato automotore non esclude quello

del guardafreno. In tal maniera si può eziandio provvedere alle eventualità possibili che potrebbero presentarsi.

« Il Guérin ha proposto il suo freno automotore nel febbrajo 1854 alla Società d'Orleans, e questa malgrado alcune imperfezioni lo trovò meritevole di essere adottato. Successivamente tali imperfezioni vennero tolte, ed esso funzionò in seguito regolarmente. La strada percorsa nei primi due mesi d'esercizio fu di 2500 chilometri ed il numero delle fermate da 7 ad 800. Tutte si sono fatte colla medesima esattezza e senza alcuna alterazione visibile del meccanismo.

« Dal momento che si comincia a chiudere il freno del tender, le scarpe del freno automotore si avvicinano e bastano alcuni secondi per arrestare le ruote.

« Allorchè si schiude il freno del tender prima che si fermi compiutamente il convoglio ovvero che si restituisca il vapore per la continuazione del cammino, il freno automotore si apre nello stesso momento e funziona di nuovo nel caso che il freno del tender riprenda ad agire.

« Con un treno di otto vetture che camminano colla velocità da 50 a 55 chilometri, basta un sol freno automotore sussidiato dal tender per fermarlo allo spazio da 140 a 150 metri. Si riconobbe che per quattro vetture posteriori basta un freno automotore per fermarle. Nella composizione dei treni si dovrà quindi tener a calcolo questa circostanza, e per conseguenza si potranno mettere due automotori in un convoglio di dieci vetture, tre in uno di quindici e così di seguito ».

Le forze che vengono impiegate per far funzionare i freni sono le seguenti, cioè:

1. Quella dei guardafreni;
2. Il vapore derivato dalla caldaja;
3. L'aria compressa;
4. L'impulsione del convoglio (automotore)
5. L'elettricità.

Il vapore venne applicato in alcune esperienze per far agire col mezzo di un cilindro e di uno stantuffo una banda d'acciajo sulle ruote della locomotiva. Venne eziandio proposto di comprimere l'aria in una piccola caldaja unita alla macchina. In un dato istante, l'aria si farebbe uscire col mezzo di tubi posti in comunicazione con dei cilindri applicati in vicinanza alle ruote i cui stantuffi premerebbero sui freni. — Alcuni ingegneri hanno a tale riguardo instituite delle esperienze; ma non sembra che i risultati siano stati molto favorevoli.

L'idea di applicare la forza sviluppata da un treno in movimento non è nuova; alcuni hanno cercato di utilizzare la rotazione delle ruote, altri con-

cepirono l'idea di impiegare le pressioni che i vagoni esercitano gli uni sugli altri nel momento in cui la velocità della testa del convoglio viene diminuita.

Abbiamo adunque due sistemi diversi di automotori, che possono essere rappresentati da due apparati tipi ai quali riferire tutti gli altri di simile natura. Il primo di questi tende a chiudere i freni ordinarj con altrettanta rapidità quanto è maggiore la velocità; essa reagisce in qualche modo sopra sè medesima e gli sforzi cessano allorchè si ottiene di fermarsi.

L'elettricità non serve che per imprimere il moto il movimento col mezzo di un meccanismo, ed ecco in qual maniera. Sulla sala posteriore dell'ultimo vagone si colloca un eccentrico che trasforma il movimento di rotazione della sala in un movimento alternato di andata e ritorno col mezzo di un' asta alla quale si applica una punta che spinge una ruota a rocchetto, ovvero coi denti acuminati. Questa ruota è adattata all' albero dell' ordinaria manovella del freno, e costantemente spinta, gira e fa girare l' albero del freno come farebbe la mano del guardiano. — Ora, per cominciare il movimento di questo meccanismo, il meccanico non ha che a congiungere la ruota colla piccola asta; e servendosi a questo scopo di una corrente elettrica, ne deriva il nome di freno elettrico.

Questa disposizione non impedisce punto la presenza del guardafreno, non essendo che un'aggiunta di sicurezza.

Un tale sistema però non è stato fin qui esperimentato; con esso si introdurrebbe un nuovo meccanismo in una macchina di già complicata; locchè è causa che una parte degli ingegneri non trovò fin qui di doverla applicare. Oltre di che, la disposizione elettrica è senza dubbio molto ingegnosa; ma obbliga al collocamento sul convoglio di pile elettriche e di fili metallici che devono essere staccati e nuovamente attaccati in ciascun cambiamento del treno. Tutto questo lavoro esige una cura speciale ed un'esattezza nel personale di servizio che non sempre si può ottenere.

Il secondo sistema attualmente esperimentato consiste nel cambiare di movimento al vapore, facendo rallentare il cammino della testa del convoglio contro la quale i vagoni vanno ad urtare coi ripulsori che vi entrano in conseguenza della flessione delle molle; questo movimento retrogrado è quello che si utilizza per poter chiudere i freni come abbiamo più sopra spiegato, ben inteso che i freni alla testa siano serrati coi mezzi ordinarj.

Tutti sanno che i freni che derivano la loro forza dagli urti del convoglio appoggiano su di un principio falso. La fermata non può partire che dalla testa contro la quale urta la residua parte del convoglio.

Allorquando si vuol arrestare il treno nelle grandi velocità, si dovrebbe agire sulla coda dello stesso treno; senza di che potrebbe accadere che i vagoni salissero gli uni sugli altri, o almeno che uscissero dalla ruotaja. In una fermata subitanea è altresì da temersi che la pressione dei freni, che

non può essere moderata, sia talmente forte da spezzare le ruote. Possono emergere delle circostanze imprevedute e che non risultano dalle esperienze, ove tutti usano la massima attenzione affinchè le cose procedano regolarmente.

Una volta che sia stabilito il principio di questo sistema automotore, qualunque meccanico potrà attuarlo, servendosi delle cognizioni comuni sulla trasmissione del movimento.

Più sopra abbiamo già descritto il freno automotore del Guérin; ma questo freno, quantunque ingegnoso, non impedisce che si verifichino gli inconvenienti che attualmente accadono; per cui le società rimarranno per molto tempo in dubbio sul vantaggio che può derivare dal cambiamento del materiale in questa parte del servizio.

Da qualche tempo si sono instituite numerose esperienze lungo i tratti di strade ferrate in prossimità di Parigi per poter giudicare sulla forza dei nuovi freni stimati capaci di arrestare a breve distanza un convoglio slanciato a grande velocità; ma non conoscendo finora i risultati ottenuti de tali esperienze, citeremo invece quelle intraprese dagli Inglesi per ordine di quel Governo. Un convoglio di piacere che camminava colla velocità da 80 a 96 chilometri all'ora venne ad urtare in una locomotiva ferma sulla strada. Le indagini a cui diede luogo un tale accidente hanno fatto stabilire la distanza alla quale questo treno poteva essere fermato; ne venne adunque formato uno simile, e si è caricato di 32 tonnellate di ferro ed altri materiali distribuiti uniformemente in queste vetture e calcolato in modo da rappresentare il peso di 450 viaggiatori che si trovavano nel treno vittima dell'accidente. Tutte le disposizioni vennero prese per ottenere la maggior somiglianza possibile colla realtà. Si ordinò al personale del treno di fermarsi, non già allorquando il segnale fisso si presentava alla vista, ma ad un segnale arbitrario che doveva essere dato dal commissario governativo al momento in cui meno si aspettava.

Nel corso di un'opera sovente si ha bisogno di citare delle esperienze; e ciò non tanto per far conoscere il risultato, quanto per indicare il sistema seguito nell'esperienza onde facilitare la ripetizione, qualora ne occorresse il bisogno.

Ecco ora come si è proceduto in tali esperienze.

1.° In primo luogo venne abbandonata la stazione con una velocità straordinaria di quasi 100 chilometri all'ora, che si è di poi rallentata a 86 chilom.; in questo tragitto si è dato il segnale di fermarsi, ed il treno ha cessato di camminare ad una distanza di 2070 metri: il macchinista ha chiuso soltanto il regolatore nello stesso tempo che il guardiano chiudeva i due freni.

2.° Nella seconda prova l'ultimo chilometro è stato percorso colla velocità di 86 chilometri all'ora; il treno si è fermato a 1800 metri dal mo-

mento in cui venne inteso il segnale di fermarsi e per conseguenza a 270 metri di meno del treno precedente. La fermata ebbe luogo nello stesso modo.

3.° La terza esperienza si è fatta col chiudere i freni e rovesciando il vapore al momento del segnale, vale a dire, facendolo agire nel senso opposto. — Il treno camminava in ragione di 94 chilometri all'ora, e venne fermato in due minuti alla distanza di 1790 metri. Si erano perduti sette secondi nel ritardare l' applicazione dei freni; il macchinista non ha potuto avvisare col fischio durante il cambiamento di vapore.

4.° Infine, nell' ultima prova ai mezzi precedenti si aggiunse lo spandimento di una determinata quantità di sabbia sulle rotaje. Tutte queste precauzioni ebbero per effetto la fermata del treno in 90 secondi e ad una distanza di 1380 metri.

Da tali esperienze instituite dalla Commissione inglese risulta che si può ottenere un effetto molto utile per la fermata dei treni mediante lo spandimento della sabbia, che aumenta considerevolmente l'attrito, ovvero l'aderenza delle ruote alle guide.

Lo spandimento della sabbia può far guadagnare 400 metri e per conseguenza un quarto della distanza alla quale il treno si sarebbe fermato senza sabbia.

L'arresto del convoglio col mezzo di freni energici è una condizione essenziale dell'esercizio; ciò nullameno, fin qui non è stata ammessa generalmente una regola precisa a tale riguardo. Per evitare gli urti fra i treni dei viaggiatori e quelli delle merci, al principio vennero prese delle misure di precauzione, la cui efficacia presentava molta sicurezza e consisteva nel far correre soltanto la notte i treni delle merci; ed allorquando viaggiavano di giorno, essi erano piccoli e non avevano che una sola locomotiva, inquantochè più i treni sono lunghi e numerose le locomotive, più i pericoli possono moltiplicarsi. Pei convogli delle merci, in alcuni casi, si costrussero delle ruotaje speciali e nell'interno delle grandi città, delle stazioni distinte, come già abbiamo veduto.

Riscaldamento dei vagoni. — Per riscaldare le vetture di prima classe si usano dei tubi in metallo riempiti d' acqua calda. Alla strada di Rouen essi sono a sezione quadrata e disposti inferiormente alle casse sotto i piedi dei viaggiatori di ciascun scomparto. Alle strade del Nord, di Lione e di Strasburgo si usano dei tubi cilindrici, ovvero ovali, collocati semplicemente sull'impalcatura. Questi tubi sono di latta ricoperti di un tappeto. Gli apparati di riscaldamento di forma quadrata si deformano facilmente, e si raffreddano presto. In quelli rotondi i piedi non toccano che in un punto solo. Gli è perciò che alla strada di Strasburgo vengono adottati quelli di forma elittica.

CAPITOLO III.

—

DEI MOTORI.

Abbiamo già detto precedentemente che sulle strade ferrate si impiegano come motori i cavalli, la forza naturale della gravità, le macchine fisse, oppure le locomotive.

Attualmente non si usano i cavalli che sulle ferrovie costrutte in servizio delle miniere o delle officine, oppure nei movimenti di terra.

Un cavallo di forza media che eserciti uno sforzo di 50 chilogrammi traduce al passo su di una strada ferrata orizzontale e rettilinea in buona condizione con vagoni ben costrutti e ben conservati, un carico da 8 a 10 tonnell., peso lordo, vale a dire un po' più di otto volte di quello che tradurrebbe sopra una strada ordinaria in ottima condizione. Tirando questo carico può lavorare dieci ore al giorno.

Aumentando la velocità diminuisce il lavoro utile; per cui si riconobbe che questo medesimo cavallo camminando al trotto, non esercita più che uno sforzo corrispondente alla metà circa di quello superiormente indicato. È vero che la velocità è in tal maniera raddoppiata, ma non può più lavorare che quattro ore al giorno.

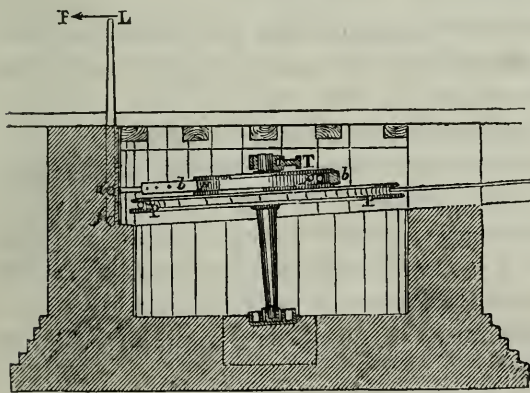
In seguito indicheremo come conoscendosi il carico che può tradurre in piano un cavallo, si possa calcolare quello che è capace di rimorchiare su di una strada che abbia una data inclinazione.

Le guide di ferro pei movimenti di terra non essendo nè collocate nè assicurate colla medesima cura di quanto si pratica per una rotaja stabile, il carico tradotto da un cavallo sulle guide di questa specie non è maggiore da 6 ad 8 tonnellate, in luogo di 8 o 10 sopra indicato.

Le strade ferrate costrutte per trasportare i prodotti delle miniere verso i luoghi d'imbarco in generale hanno una pendenza assai risentita dalla miniera verso l'estremità della linea. Nelle località ove una tale pendenza raggiunge il 25 od il 30 per mille si costruiscono assai utilmente dei *piani automotori*.

Sull'asse di una poleggia oppure su quello di un tamburo si collocano dei freni che servono a moderare la velocità ed a fermarsi al bisogno; ma può darsi il caso che si fermi la poleggia e che il convoglio tradotto non si arresti punto e continui perciò a correre strisciando la fune. Ma al contrario allorquando si ferma il tamburo, il convoglio cessa di camminare, a meno che non si rompa la fune. In conseguenza di ciò sui piani molto inclinati, ed ove l'eccesso della gravità è considerevole, si preferiscono i tamburi alle poleggie.

La fig. 63 indica la disposizione di una poleggia dei piani automotori col suo freno.

Fig. 63.

Il diametro della poleggia *P P* è eguale alla distanza che vi è fra gli assi delle due rotaje costrutte alla sommità del piano. Essa va costrutta in ghisa con una seconda poleggia *p p* col contorno piatto e tornita con cura. Una banda di ferro piatto molto flessibile *b* piegata a ferro di cavallo circonda una metà della poleggia *p p*; è fornita di tasselli in legname nella sua parte curvilinea, che seguono il contorno della detta poleggia. Questa banda di ferro con un estremo è assicurata alle pareti in muratura dell'ambiente nel quale è collocato l'apparato, e coll'altro estremo è articolato in *a* a leva *L*, il cui punto fisso *f* trovasi egualmente assicurato nella muratura. Esercitando sulla leva *L* uno sforzo diretto nel senso della saetta *F*, ed applicato il contorno in legname della banda di ferro contro il perimetro della poleggia *p p*, si produce in tal maniera un attrito che diminuisce od anche ferma interamente il movimento della poleggia *P P* e per conseguenza quello della fune.

L'asse della poleggia gira nella parte inferiore in una ralla e nella parte superiore su di un piano assicurato alla traversa *T*. Esso è inclinato all'indietro, in maniera che le due leve della catena, partendo da una data profondità inferiormente al terreno, arrivano a livello delle rotaje ed alla sommità del piano inclinato. In questo punto si piega ciascuno sopra una poleggia di rinvio all'asse orizzontale e secondo la pendenza della strada. Col mezzo di una tale disposizione la poleggia può essere collocata inferiormente al terreno ed a molta profondità onde schivare le rotaje e le traverse, e la fune acquista in vicinanza alla poleggia una tensione tale che non vi è pericolo che abbandoni il contorno della poleggia.

Sul piano inclinato costrutto a Rive-de-Gier si usa un freno molto robusto che merita di essere fatto conoscere. Questo freno è composto di due mole di molino situate sopra di un asse comune verticale. Camminando il convoglio, la mola superiore è, per così dire, sospesa su quella inferiore. Se si vuol usare del freno, non si ha che a far strisciare, col mezzo di un sistema di leve, la mola superiore sull' asse in maniera che vada ad appoggiarsi sulla mola inferiore. Lo sfregamento che in allora succede fra le due mole ne arresta il convoglio.

Le funi possono essere di canape, oppure di filo di ferro. Queste ultime però sono preferite.

Si usano eziandio delle catene di ferro; esse sono più economiche che i cordami in causa della loro lunga durata, ma sono più pesanti e molto più soggette a spezzarsi improvvisamente.

Un semplice pelo in un anello basta per causarne la rottura.

Il vagone situato in testa del convoglio è assicurato alla fune con un anello nel quale penetra un uncino che è attaccato alla fune.

Alcune volte si usano degli uncini colle parti mobili, col mezzo delle quali si può separare indilatamente il convoglio dalla fune, allorquando ha raggiunta la sommità od è pervenuto al basso del piano inclinato.

Le funi appoggiano interpolatamente sopra piccole poleggie fisse (fig. 64) disposte sull'asse della strada.

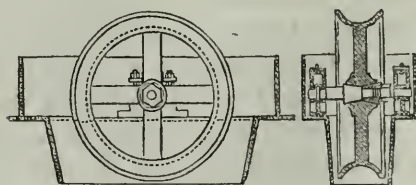
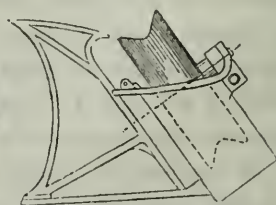



Fig. 64. Fig. 65.

Nella parte elevata del piano, ove è maggiore l'ampiezza delle oscillazioni della fune, si usano dei cilindri in legname in luogo delle poleggie in ghisa.

Nelle curve si adottano delle carrucole, il cui asse è inclinato all'orizzonte (fig. 65), ovvero delle carrucole ove l'asse è verticale (fig. 64).

Alcune volte si collocano due rotaje in tutta la lunghezza del piano automotore, dalla sommità *S* al piede *P* (fig. 66). La fune essendo in allora sviluppata sopra la rotaja *V'*, uno degli uncini è attaccato al convoglio meno carico *K'* e l'altro uncino al convoglio più carico *K*. Il convoglio *K* essendo abbandonato a sè medesimo, discende lungo la rotaja *V*, trascinando la fune e facendo salire il convoglio *K'* sulla rotaja *V'*. Il convoglio *K* giungendo al basso del piano automotore, il convoglio *K'* arriva alla sommità, ed allora la fune viene distesa e si trova sulla ruotaja *V* in luogo della ruotaja *V'*. Se la strada *V* è quella di andata, sulla quale le macchine ed i cavalli camminano nella direzione della freccia *F*, il convoglio *K* allontanandosi dal piano automotore rimane sulla rotaja *V* ed un nuovo convoglio di vagoni vuoti giunto sulla rotaja *V'* passa col mezzo del cambiamento di rotaja *N' N* sulla rotaja *V*. Alla sommità del piano il convoglio *K'* rimane sulla rotaja *V'* ed un nuovo convoglio pieno, arrivando sulla rotaja *V* passa col mezzo del cambiamento di rotaja *M' M* sulla rotaja *V'*. Tutto è pronto, perchè il piano automotore possa di nuovo funzionare, ed in allora il convoglio discende sulla rotaja *V'*, ed ascende sulla rotaja *V*. Giunto il convoglio inferiormente al piano, passa sulla rotaja *V* col mezzo del cambiamento di rotaja *N' N*, e quello arrivato alla sommità va sulla rotaja *V*, col mezzo del cambiamento di rotaja *M' M*.

Fig. 66. Fig. 67.

Non è assolutamente necessario di collocare due rotaje in tutta la lunghezza del piano automotore. In Inghilterra le rotaje sui piani automotori sono generalmente disposte nel modo indicato dalla figura 67. Si collocano in allora tre filari di guide, soltanto nella parte alta del piano e non si pone una doppia rotaja che nel mezzo ove i convogli ascendendo e discendendo s'incrociano, poi si costruisce una semplice rotaja al basso, in *R* ed *R'* si collocano due *spine* (*aiguilles*) mobili collegate da un'asta snodata (*bielle*) trasversale, in modo di restare costantemente paralelle come quelle degli ordinarj cambiamenti di rotaja. Osservando attentamente il movimento del piano automotore, è facile il comprendere che le guide essendo collocate in questa

maniera, il servizio viene effettuato tanto lodevolmente come se vi esistesse una doppia rotaja in tutta la lunghezza.

Supponiamo infatti che la fune sia svolta e distesa sulla rotaja V'' V' V (fig. 67) e che vi sia un convoglio poco caricato od anche vuoto K' attaccato al basso di questa fune, ed un convoglio molto carico K attaccato in alto. In allora le spine essendo disposte in modo da lasciare la rotaja $V_,$ aperta, il convoglio K' che ascende arrivando in R R' passerà su questa rotaja $V_,$, poi successivamente procederà sulla rotaja V'' sino alla sommità del piano automotore. Il convoglio K discendendo seguirà dapprima la rotaja V'; passerà in seguito naturalmente sulla rotaja $V_{,,}$ incrociandosi col convoglio che ascende, poi giungerà al luogo delle spine, il labbro di una delle ruote anteriori del primo vagone del convoglio caccierà passando la spina R lateralmente ed anche quella R' che vi è attaccata, di maniera che dopo il passaggio del convoglio si troverà aperta la rotaja $V_{,,}$ e rimarrà chiusa quella $V_,$; il convoglio K dopo di aver passate le spine discende infine sulla rotaja V fino al basso del piano. La fune trovasi allora distesa sulla rotaja V' $V_{,,}$ V, in luogo di esserlo sulla rotaja V'' $V_,$ V, ed il servizio per due nuovi convogli che ascendono e discendono sul piano automotore si effettua come pei convogli K e K', con questa sola differenza che il convoglio che ascende segue questa volta la rotaja V $V_{,,}$ V' in luogo della rotaja V $V_,$ V'', ed il convoglio che discende la rotaja V'' $V_,$ V in luogo della rotaja V' $V_{,,}$ V.

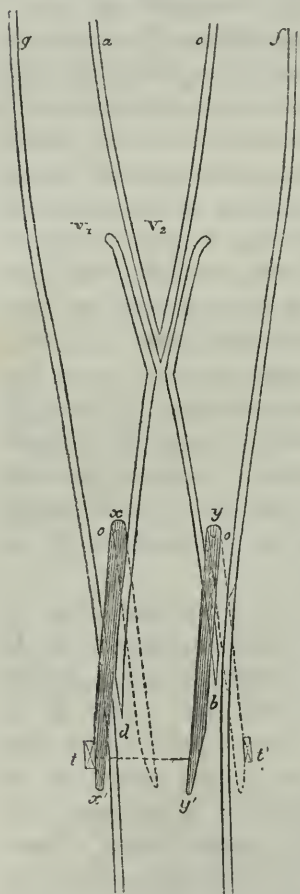



Fig. 68.

Per rendere facile la spiegazione abbiamo supposto delle spine simili a quelle comuni; ciò nullameno a tali spine in ferro collocate nello stesso piano delle rotaje si preferiscono generalmente delle grandi spine in legname situate superiormente, come verremo qui a spiegare. Le spine in legname facendo nello stesso tempo l'ufficio di contro-rotaje, si oppongono energicamente allo sviamento dalle rotaje che potrebbe avvenire allorchè succede il cambiamento repentino di direzione.

Allorchè si usano le spine in legname, i filari di guide a b e c d (fig. 68) terminano in b e d in maniera da lasciar sussistere due piccole lacune abbastanza larghe perchè possa passare soltanto l'orlo di una ruota. Due bec-

catelli o ed o' assicurati ad una traversa si trovano nel mezzo degli angoli $c\,d\,g$ ed $a\,b\,f$, e la superficie superiore di questi beccatelli si trova nello stesso piano della superficie del roteggio delle guide. Sopra tali beccatelli appoggiano le estremità di due grandi spine in legname munite di bande di ferro $x\,x'$, $y\,y'$. Queste spine sono paralelle. Un'asta snodata trasversale in ferro ne conserva il paralellismo. Trovandosi le cose disposte nel modo indicato dalla figura, egli è evidente che le spine intercetteranno la rotaja V^1 e lasceranno aperta la rotaja V^2, ed è altresì evidente che collocate al disopra delle guide a cui si appoggiano, esse potranno servire come di contro-rotaja ed impedire la deviazione delle ruote dal lato ove essa tenderebbe, vale a dire dalla sinistra alla destra.

Queste spine in legname, come quelle in ferro, sono cacciate di fianco dai convogli pieni che discendono; esse in allora girano sui loro bolloni di congiunzione coi beccatelli strisciando sulla superficie di roteggio delle guide, e prendono la nuova posizione indicata dalle linee punteggiate. Il loro movimento è limitato da due altri beccatelli l e l'.

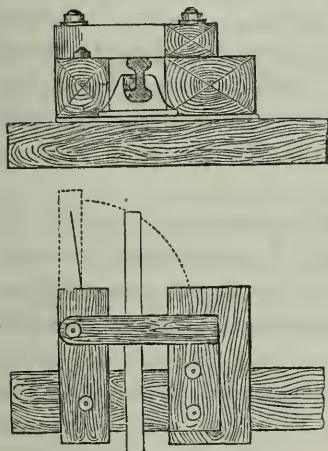



Fig 69.

Nella parte elevata del piano automotore è d'uopo qualche volta di trattenere i convogli che potessero cominciare la discesa prima che il convoglio vuoto sia attaccato alla fune, e prima che i conduttori dei vagoni siano al loro posto. A tal effetto si usano dei beccatelli mobili, che al bisogno servono per isbarrare la rotaja. Le figure 69 indicano le disposizioni di questi beccatelli.

Per agevolare la partenza dei convogli pieni conviene aumentare l'inclinazione dei piani automotori in vicinanza alla sommità. Sovente si dà eziandio alla strada ferrata, alquanto prima del piede del piano, una pendenza in senso inverso. I vagoni del convoglio che ascendono situati sopra questa contropendenza cominciano più facilmente a muoversi di quello che avverrebbe su di un piano orizzontale.

Allorchè i piani automotori hanno una determinata lunghezza, è d'uopo costruire un apparato per far giungere dal basso all'alto l'avviso che i vagoni che ascendono sono attaccati alla fune. A questo scopo si usa una funicella, oppure un filo di ferro collocato sopra dei sostegni in tutta la lunghezza del piano inclinato. Con questa funicella o filo di ferro si fa movere un segnale qualunque, o meglio si scuote un campanello. Si può eziandio usare di un disco situato al basso del piano e che si fa girare nell'uno o

nell'altro senso. Ma sovente nei tempi turbinosi o di nebbia, questo disco non potrebbe essere veduto. Inoltre si può anche adottare il telegrafo elettro-magnetico, che è il mezzo più esatto.

Abbiamo supposto che la fune impiegata sul piano automotore sia interrotta; si potrebbe però usare una fune senza fine. In questo caso è d'uopo collocare al basso tre filari di guide in tutta la lunghezza, come si è fatto nella parte elevata del piano, e studiare il mezzo di dare alla fune una determinata tensione rendendo mobile una delle carrucole. Si potrà a tal effetto adottare una disposizione analoga a quella che abbiamo descritta parlando del piano inclinato a macchina fissa a Liegi.

I carri anteriori che discendono trascinano l'intera fune al momento della partenza; ma per evitare che essi abbiano ad esercitare uno sforzo eccessivo è conveniente di limitare la lunghezza dei piani automotori. In generale se la lunghezza della strada da percorrersi oltrepassa i 1600 metri, si suddivide in diversi piani automotori separati mediante piani orizzontali lunghi da 90 a 100 metri. In questo modo venne praticato alla strada di Hetton, di cui abbiamo descritto il tracciamento nel primo volume.

Essendo data la lunghezza di un piano automotore, come pure il rapporto dei carichi che vi devono transitare nell'uno e nell'altro senso, il peso, l'attrito delle funi, ed infine l'attrito dei carri, ecc. si potrà calcolare il limite della pendenza colla quale un determinato numero di carri pieni potrà salire con un egual numero di carri vuoti.

Dall'esperienza si sa che volendo far discendere quattro carri caricati del peso complessivo di chilogr. 16000 colla discesa di quattro carri vuoti del peso di 4600 chilogrammi in qualunque stagione su di un piano automotore di 1000 metri di lunghezza, la pendenza della strada deve essere del 2, 50 per cento (*).

Michele Chevalier nella sua grand'opera pubblicata nel 1840 e 1841 sotto il titolo *Histoire des voies de communication aux États-Unis* descrive un piano automotore sul quale si fanno salire i treni carichi di carbone col mezzo dei treni che discendono composti di carri formati da lamina di ferro riempiti di acqua. L'acqua viene fornita da una sorgente alla sommità del piano, la quale si innalza in un serbatojo col mezzo di una tromba, e di là viene distribuita ai carri. Inferiormente al piano, le casse dei vagoni vengono vuotate.

Fino dal 1832 il Perdonnet, in un rapporto all'Associazione Politecnica indicava il modo col quale si poteva applicare un mezzo simile sui piani

(*) Mediante calcolazioni il Wood ha trovato che su di un piano automotore di 1600 metri di lunghezza, la cui pendenza non sia che del 2 per cento, nove carri carichi faranno salire un numero eguale di carri vuoti in 400 secondi; ma ha fatto notare che questo valore non potrebbe ammettersi in pratica che nel caso che il meccanismo si trovasse in perfettissimo stato, ciò che avviene assai di rado.

automotori, esprimendosi nei seguenti termini: « I sostegni di un canale consumano un' enorme quantità d'acqua. Una piccola porzione di tal acqua basterebbe per isviluppare con molta economia su di una strada ferrata la forza meccanica necessaria sia mediante ruote a palmette, sia con macchine a colonna d'acqua. Si potrebbero forse usare utilmente dei carri riempiti d'acqua alla sommità dei piani inclinati, i quali si staccherebbero in seguito dai convogli per farli ritornare vuoti; essi agirebbero col mezzo delle funi e di un verricello sui convogli ascendenti; in seguito si lascerebbe sgorgare l'acqua nel canale al piede del piano inclinato e si ricondurrebbero i carri vuoti insieme coi carri ascendenti.

« Una tale applicazione dell'acqua come forza motrice sulle strade ferrate non si è fin qui fatta. Ma noi proponiamo la linea del canale di Linguadoca come una di quelle per le quali si può avere la convenienza di costruire una strada ferrata in luogo di un canale utilizzando la forza meccanica dell'acqua.

« Se l'acqua non si trovasse in quantità bastante alla sommità delle ascese, si potrebbe innalzarne una data quantità dalla parte inferiore con molta economia col mezzo dei molini a vento. Si potrebbe pure, forse in alcuni casi molto economicamente, innalzare l'acqua motrice col mezzo di una macchina a vapore di una forza media, agendo continuamente durante la notte pei bisogni della giornata, piuttosto che impiegare le stesse macchine nel rimorchiare i convogli direttamente, le quali sono obbligate a sviluppare una gran forza a diversi intervalli del giorno ».

Roberto Stephenson in seguito proponeva di effettuare il servizio nella stessa maniera dei piani automotori nelle parti montuose della Svizzera; ma un tale sistema forse non poteva essere applicato sulle linee destinate al trasporto dei viaggiatori. In generale i piani automotori sono interamente esclusi dalle strade le quali non siano destinate che al solo trasporto delle merci.

Dei piani inclinati a macchine fisse. — Nel Capitolo dei tracciamenti (Vol. I, pag. 123) abbiamo di già riferito che l' uso delle macchine fisse come motori sulle strade ferrate attualmente è assai limitato. Fra i piani inclinati che sono serviti da macchine fisse, quello da Liegi ad Ans nel Belgio può essere annoverato fra i meglio costrutti. Laonde passeremo a descriverlo come uno dei migliori modelli che esistono, facendo peraltro precedere alcune parole sull' uso che venne fatto da Roberto Stephenson delle macchine fisse su di una ferrovia in piano, quella cioè da Londra a Blackwall, posta in condizioni del tutto eccezionali.

Questa strada, della sola lunghezza di 6300 metri, venne costrutta sopra arcate nell'interno della città di Londra, lungo la quale furono stabilite cinque stazioni. Per questa circostanza si riconobbe che non era possibile effettuare

il servizio con una locomotiva, inquantochè la distanza da percorrersi fra ciascuna stazione era troppo breve perchè le macchine potessero camminare con una conveniente velocità. Era del pari impraticabile l'applicazione delle macchine fisse per rimorchiare i convogli, dovendosi fermare in ciascuna stazione per deporre o per prendere i viaggiatori. Fu in allora che Roberto Stephenson immaginò di costruire in ciascuna delle estremità della linea una potente macchina fissa, la quale facesse girare due tamburi di un gran diametro, in senso contrario l'uno dall'altro. Una fune in filo di ferro si estendeva tutt'al lungo della rotaja, dall'uno dei tamburi di una delle macchine situato di fronte all'una delle rotaje, al tamburo dell'altra macchina, posta all'altra estremità della medesima rotaja. Questa fune si avvolgeva ad uno dei tamburi e si svolgeva dall'altro. Ciascun vagone, che doveva essere tradotto da Londra a Blackwall o da Blackwall a Londra (figura 70) e cia-

Fig. 70.

		C	D	E	F	H		
L	1	2	3	4	5	6		B
	cdefhb	*defhb*	*efhb*	*fhb*	*hb*	*b*		
L'	00000	00000	0000	000	0	0		B'
		0	00	000	0000	00000	00000	
		o'	*dd*	*eee*	*ffff*	*hhhhh*	*bbbbbb*	
			12	123	1234	12345	123456	

scuno di quelli che dovevano essere condotti dall'una all'altra stazione, ovvero da una stazione all'estremità della linea, veniva attaccato ad una delle funi col mezzo di un uncino a morsa di una forma particolare.

Supponiamo adunque che *L L'* siano i tamburi alla stazione di Londra, *B B'* quelli alla stazione di Blackwall; siano *L B* ed *L' B'* le due funi, e *C D E F H* le stazioni intermedie. Ammettiamo che la fune *L' B'* sia compiutamente avvolta sul tamburo *L'*, mentre la fune *L B* trovisi avvolta al tamburo *B*. Trovandosi le cose in questo stato, si attaccano alla fune *L' B'* ed a ciascuna delle stazioni *L C D E F H* altrettanti vagoni quante sono le stazioni da servirsi nella direzione *L' B'*, secondo la quale deve camminare il convoglio. Ciascun vagone non doveva contenere che i viaggiatori che andavano alla medesima stazione, ed i viaggiatori delle stazioni più discoste dal punto di partenza erano collocati in testa del convoglio.

Trovandosi allestito il convoglio di Londra, come pure quelli delle stazioni intermedie, si dava il segnale alle due estremità col mezzo del telegrafo elettro-magnetico, e le due macchine cominciavano a funzionare. Ciascuno dei vagoni avendo un conduttore apposito, veniva staccato rapidamente dalla fune un momento prima di giungere alla stazione ove dovevano arrivare i viaggiatori, senza che perciò gli altri vagoni cessassero dal camminare; il vagone staccato passava in una delle ruotaje di stazione *c*, *d*, *e*, *f*, *h*, *b*, le cui spine

(*aiguilles*) erano convenientemente disposte, e sulla quale il conduttore si fermava col mezzo di un freno. In questa maniera i vagoni situati in testa al convoglio di Londra che trasportavano i viaggiatori a Blackwall vi arrivavano dopo di aver lasciato lungo la strada i vagoni posteriori che portavano i viaggiatori delle stazioni intermedie.

Nello stesso modo si faceva il servizio in senso contrario da Blackwall a Londra sull'altra rotaja.

I convogli partivano ad ogni intervallo di cinque minuti, nell'egual modo che veniva praticato cogli omnibus prima che fosse costrutta la strada ferrata. Questo servizio però riusciva dispendioso, poichè impegnava a dover adoperare un vagone pei viaggiatori di ciascuna stazione anche nel caso che ve ne fosse un solo, non che ad avere un conduttore per ciascun vagone; per cui venne abbandonato dopo alcuni anni, essendosi sostituito un servizio colle locomotive.

Abbiamo di già fatto parola del tracciamento dei piani inclinati di Liegi, ed abbiamo detto che essi sono due, i quali raggiungono la medesima altezza (55 metri) colla stessa lunghezza (1980) e le identiche pendenze convenientemente e diversamente graduate, essendo il massimo del 30 per cento ed il minimo del 14 per cento.

Essi trovansi separati da un piano orizzontale di 330 metri, dei quali 32 metri trovansi in linea retta col piano superiore, 182 metri in curva con 350 metri di raggio, e 66 metri in linea retta nel piano inferiore. Questi due rettilinei formano un angolo di 32°. Essi si prolungano egualmente seguendo due piani orizzontali, l'uno alla sommità del primo piano, l'altro al piede del secondo.

I piani inclinati di Liegi hanno la doppia rotaja in tutta la loro lunghezza; l'una delle quali serve per le ascese, mentre l'altra si usa per le discese.

Al piede di ciascun piano vi è inoltre una tettoja con rotaje di scansamento per accogliere i convogli che discendessero con una soverchia velocità.

Una tettoja simile esiste alla sommità del primo piano ove si collocano le vetture che si lasciano sul piano superiore nel dubbio che possano essere slanciate nella discesa senza conduttori.

Queste tettoje fornite di guide comunicano colla rotaja principale mediante cambiamenti di rotaja e spine, messe in movimento col mezzo di un contrappeso che i guardiani dell'eccentrico sollevano nel momento in cui deve passare il convoglio. Inoltre, come misura di precauzione e per impedire la deviazione dalle rotaje, le guide discendenti sono munite internamente di contro-guide in legname.

La circolazione dei convogli si eseguisce sempre sulla rotaja a destra nel senso del movimento, e la gravità basta per la discesa. Si spingono i convogli sulla pendenza col mezzo di una locomotiva e si abbandonano al proprio

peso, di cui molte volte si modera l'azione col mezzo dei freni convenientemente disposti.

Nell'ascesa il movimento è condotto da macchine a vapore fisse che fanno agire una fune alla quale si attaccano i convogli.

Queste macchine sono disposte sul piano orizzontale. L'edificio che le contiene è collocato in angolo dei due rettilinei; esso è rettangolare, ed il suo asse maggiore divide un tale angolo in due parti eguali. Le macchine sono a bassa pressione e costrutte sul modello di quelle dei battelli, vale a dire col bilanciere situato sotto al terreno a livello della base dei cilindri, il quale riceve il suo movimento da un'asta snodata assicurata all'estremità dell' asse dello stantuffo e lo trasmette col mezzo di altra asta snodata ad un asse piegato. Esse sono alimentate da sei caldaje di forma cilindrica le quali hanno nell'interno due condotti longitudinali in cui passa il fumo prima di recarsi nel camino. L'edificio che contiene queste caldaje è situato di fronte a quello delle macchine nella concavità della curva di congiunzione.

Le macchine sono quattro; la loro forza nominale è di 80 cavalli. Sono collocate simmetricamente intorno ai due assi dell'edificio e riunite a due a due, in maniera che formano due macchine accoppiate come quelle a due cilindri dei battelli a vapore. Ciascuna di queste macchine accoppiate agisce col mezzo di due manovelle ad angolo retto su di un albero motore orizzontale e perpendicolare all' asse maggiore dell' edificio e per conseguenza paralello alla rotaja di mezzo del piano orizzontale.

A ciascuna estremità dei due grandi alberi sono collocate le carrucole motrici sulle quali si avvolgono le funi di trazione. Queste carrucole hanno il diametro di 4^{m} 80 da centro a centro delle gole. Ciascuna di esse ha cinque gole o scanalature, ed un quarto di ruota cilindrico destinato a ricevere l'azione di un freno. Esse sono riunite in due coppie come i cilindri a vapore, ma inversamente a questi, in maniera che due carrucole della medesima coppia si trovano disposte sopra due alberi diversi e collocati dal medesimo lato dell' asse maggiore dell' edificio su di una stessa paralella a quest'asse.

L' una di tali coppie serve alla trazione sul piano inclinato superiore, l'altra sul piano inclinato inferiore. A tal effetto una fune di filo di ferro senza fine di 0^{m} 05 di diametro e della lunghezza di circa 4800 metri, si trova disposta secondo l' asse delle rotaje ascendenti o discendenti da ciascuno dei piani inclinati, sostenuta da 10 in 10 metri da carrucole di 0^{m} 35 di diametro.

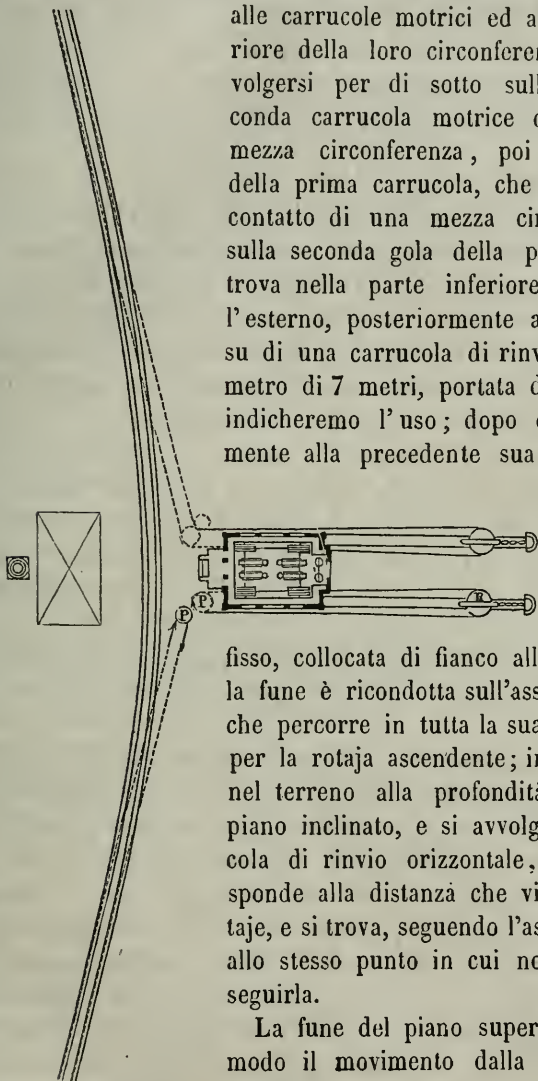
Per il piano inferiore, per esempio, (fig. 71) la fune arriva alla sommità della salita, piega come la rotaja e la segue orizzontalmente sino al principio della curva di congiunzione; colà entra nel terreno, e mediante un con-

dotto sotterraneo giunge su di una carrucola di rinvio *P*, del diametro di 4^m 80, collocata orizzontalmente innanzi all'edificio delle macchine, di fronte alle carrucole motrici ed all'altezza della parte inferiore della loro circonferenza; in allora va ad avvolgersi per di sotto sulla prima gola della seconda carrucola motrice che l'abbraccia per una mezza circonferenza, poi passa nella prima gola della prima carrucola, che pure l'abbandona dopo il contatto di una mezza circonferenza per dirigersi sulla seconda gola della prima carrucola; essa si trova nella parte inferiore e va ad avvolgersi all'esterno, posteriormente all'edificio delle macchine su di una carrucola di rinvio orizzontale *R*, del diametro di 7 metri, portata da un carro mobile, di cui indicheremo l'uso; dopo di che ritorna paralellamente alla precedente sua direzione, ma in senso contrario. Passa sopra di una nuova carrucola di rinvio orizzontale *P'*, del diametro di 3^m50, coll'asse fisso, collocata di fianco alla prima. In tal maniera la fune è ricondotta sull'asse della rotaja discendente che percorre in tutta la sua lunghezza, come ha fatto per la rotaja ascendente; infine si abbassa di nuovo nel terreno alla profondità di 15 metri circa dal piano inclinato, e si avvolge su di un' ultima carrucola di rinvio orizzontale, il cui diametro corrisponde alla distanza che vi è fra gli assi delle rotaje, e si trova, seguendo l'asse della rotaja ascendente, allo stesso punto in cui noi abbiamo cominciato a seguirla.

Fig. 71

La fune del piano superiore riceve nello stesso modo il movimento dalla seconda coppia di carrucole.

Tuttavia in questo caso la macchina in luogo di agire tirando dal basso all'alto la fune della rotaja ascendente, tira al contrario dall'alto al basso quella della rotaja discendente che reagisce sulla prima col mezzo della carrucola orizzontale collocata al vertice.

Il carro mobile, di cui abbiamo fatto parola, è destinato a mantenere costantemente tesa la fune; esso è portato da quattro ruote montate sopra due

sale, la prima delle quali ha inoltre due piccole carrucole che sono destinate a sostenere la fune all'altezza della gola della carrucola di rinvio. Questo carro può camminare su di una ferrovia leggiermente inclinata, la cui pendenza tende ad allontanarlo costantemente dalle macchine; oltre di che esso è spinto da un peso di 7000 chilogrammi che si move verticalmente in un pozzo di 30 metri di profondità, al quale è collegato col mezzo di una robusta catena di ferro.

Per evitare uno scorrimento nocevole della fune sulle due carrucole motrici della medesima coppia, è indispensabile che esse si movano esattamente colla medesima velocità. Ciò peraltro non si potrebbe conseguire qualora i due alberi ricevessero contemporaneamente il movimento. Il perchè ciascuna carrucola è montata sopra un collare scorrevole munito di un labbro che forma due pertugi per altrettante viti alle estremità fisse, e prendono un movimento di traslazione, allorquando ne ricevono uno di rotazione col mezzo di una vite perpetua, la cui manovella è alla portata del meccanico.

Allorquando le due macchine accoppiate si trovano in buona condizione, ciascuna di esse è destinata al servizio speciale di un piano inclinato. In questo caso la carrucola destra del primo albero è abbracciata colla carrucola sinistra del secondo. Ma se una delle macchine è in istato di riparazione, l'altra basta al servizio; non si ha infatti che da svincolare compiutamente le due carrucole del primo albero, ed abbracciare successivamente quelle del secondo. Si potrebbero pure conservare queste costantemente abbracciate, con che non si avrebbe altro inconveniente che di far correre una fune senza carico.

Se si richiamano le circostanze dei passaggi successivi della fune dalla seconda alla prima carrucola di una medesima coppia, si comprenderà che all'oggetto di poter conseguire il suddetto avvicendamento senza produrre una obliquità nella fune, è d'uopo che le parti superiori delle gole di un medesimo ordine siano corrispondenti nelle due carrucole e che al contrario le parti inferiori siano innanzi di un ordine nella seconda. Ciascuna carrucola deve adunque avere, per riguardo alla verticale, un'inclinazione corrispondente alla metà della loro inclinazione, vale a dire misurata dal rapporto della semidistanza delle gole (0^m 05) al diametro delle carrucole (5^m 80). In conseguenza di che avrà una conforme inclinazione ciascun albero di ogni macchina accoppiata per rapporto alla orizzontale. Una tale disposizione non presenta altro inconveniente che la difficoltà del collocamento in opera. Ciascuna macchina è munita di un regolatore a forza centrifuga per raggiungere più che sia possibile l'uniformità del moto, ciò che è importante nel movimento dei piani inclinati, tanto per diminuire lo sforzo ed il consumo della fune, quanto per risparmiare ai viaggiatori il dispiacere di un movimento colle scosse.

Ogni albero motore porta del pari una vite perpetua, che col mezzo di una ruota dentata comunica il movimento ad un asse orizzontale, dal quale viene trasmesso, mediante ingranaggi, all'indice di un quadrante orizzontale, da cui si conosce in ciascun istante la posizione del convoglio sul piano inclinato.

I freni delle carrucole motrici si compongono di un grosso pezzo di legname semi-cilindrico di $0^{m}16$ di larghezza e della grossezza di $0^{m}12$, assicurato da un collare di ferro; esso abbraccia quasi la metà della circonferenza della carrucola. I due freni di una medesima coppia di carrucole motrici sono riuniti ad una sol leva situata fra le due carrucole, a cui corrisponde una manovella alla portata del meccanico.

L'acqua d'alimentazione delle caldaje si estrae da un pozzo profondo 30 metri col mezzo di una piccola macchina speciale della forza di otto cavalli; ma per economizzare possibilmente la forza destinata a quell'uso, si raccoglie l'acqua dei condensatori in un gran bacino, da dove si restituisce in seguito alle caldaje.

È di tutta necessità che i segnali dall'una all'altra estremità dei piani inclinati siano dati colla possibile rapidità. L' apparato che si usa a questo scopo si compone di una campana verticale in lamina sospesa col mezzo di una coreggia ad un asse orizzontale, intorno a cui si avvolge in senso contrario un' altra coreggia che sostiene un contrappeso il quale serve ad equilibrare la campana, di maniera che questa si innalza e si abbassa senza alcuna difficoltà in seguito ad un movimento di rotazione impresso all' asse. Questa campana va in parte a pescare in un serbatojo pieno d'acqua; essa copre l' estremità di un tubo della forma di un sifone rovesciato che innalzandosi da una parte superiormente al livello dell' acqua sale dall' altra verticamente lungo le pareti esterne della campana sino al disopra della piattaforma che sostiene l' asse e la manovella colla quale si mette in movimento la campana. Di fianco a questo tubo se ne trova un altro che si prolunga sotto terra sino al punto in cui deve essere trasmesso il segnale. Gli orificj di questi due tubi sono ricoperti da una scatola mobile (*tiroir*) analoga a quella che regola la distribuzione del vapore nelle macchine. Questa scatola mossa per mezzo di una leva che gira a sfregamento dolce intorno all' asse che serve a movere la campana, può, secondo che si abbassa o si solleva, mettere in comunicazione fra loro i due tubi, ovvero il tubo del serbatojo coll'aria esterna ed il tubo d'avviso con un fischietto.

Nel primo caso l'aria della campana essendo compressa, va pel tubo sotterraneo a dare il segnale nel luogo richiesto; nel secondo caso l'aria rientra nella campana pel tubo del serbatojo, ed il tubo d'avviso serve a ricevere un contrappeso che attesta di essere stato inteso il primo.

Quattro apparati di questa specie sono disposti alle quattro estremità dei due piani inclinati, e stabiliscono in tal modo la corrispondenza tra il meccanico e gli stessi punti estremi. A tal effetto due tubi percorrono tutta la lunghezza di ciascun piano. Gli apparati sono riuniti dal piede alla sommità di ogni piano in modo che i segnali corrono in ambedue i sensi. L'altro stabilisce soltanto la comunicazione tra il piede del piano inferiore, o la sommità del piano superiore, ad un fischietto situato nel mezzo della tratta orizzontale, il cui scopo è quello soltanto di avvertire il meccanico, situato sotto il peristilio dell'edificio delle macchine, affinchè fermi il cammino.

Egli è probabile che un tale apparato, quantunque molto ingegnoso, sia stato sostituito dal telegrafo elettrico dopo che venne dilatato l'uso di questo nuovo sistema di segnali.

È indispensabile che ciascun convoglio sia munito di un robusto freno, sia per moderare la velocità, allorchè discende col proprio peso, sia per prevenire gli accidenti nell'ascesa, qualora avvenisse la rottura della fune.

A tal effetto si sono costrutti dei vagoni speciali a sei ruote della lunghezza di 6 metri, i quali portano nello stesso tempo la morsa di attaccamento per le ascese. Il freno stato applicato a questo ampio vagone agisce direttamente sulle guide e non sulle ruote come accade d' ordinario. Esso venne di già descritto alla pag. 118.

Infine dopo che vennero emanati i nuovi regolamenti concernenti i convogli dei viaggiatori, la metà delle vetture devono essere munite di freni ordinarj. Questi freni generalmente basterebbero da soli, e non occorrerebbe altro apparato ad eccezione della notte e nel caso che sianvi più di 8 o 10 vagoni. Ciò non pertanto, siccome il numero dei convogli che ascendono corrisponde a quelli che discendono, e siccome nelle ascese si usano due vagoni-freni, l'uno in testa e l'altro in coda, così vengono essi applicati anche nella discesa, nel qual caso si collocano ambedue davanti.

La morsetta di congiunzione attaccata al vagone-freno è composta di due mascelle, l'una fissa ed alquanto superiore alla fune, l'altra mobile posta al disotto. Si colloca primieramente la fune su quest'ultima, che si innalza in seguito col mezzo di leve chiudendosi contro la prima. Essa è conservata nella sua posizione definitiva mediante uno scrocchetto, che basta in seguito aprire perchè la morsa abbandoni la fune.

La sezione trasversale delle due mascelle riunite corrisponde esattamente a quella della fune; ma la sua sezione longitudinale è costituita da un arco di cerchio la cui concavità è girata dal lato del terreno. La fune prende conseguentemente questa curvatura allorchè è chiusa nella morsetta. Una tale disposizione aumenta lo sfregamento della fune e delle mascelle, la sola forza che produce la salita. Alcuni vagoni-freni sono muniti da due morsette simili.

La durata della corsa dei convogli sopra ciascun piano inclinato è per un medio di sei minuti tanto nella salita quanto nella discesa, ciò che rappresenta una velocità di circa sei metri per secondo, ovvero di 20 chilometri all'ora. Questo risultato corrisponde per l'ascesa a 24 giri di carrucola per minuto, e per conseguenza a 24 colpi di stantuffo. Nella discesa la maggior velocità che potrebbe prendere un convoglio di 60 tonnellate, che è il peso massimo del carico dei convogli, sarebbe di 139 chilometri all'ora; non vi è adunque che di moderare la velocità convenientemente coi freni per avere un cammino regolare di 360 metri per minuto.

Aggiungendo al tempo impiegato nel correre i due piani, quello di fermata (che ha sempre luogo sul piano intermedio, e che varia da tre a sei minuti), la durata totale del viaggio è di 15 a 18 minuti. Ma osservando che in conseguenza della divisione in due piani, e della disposizione che prende una macchina al servizio di ciascun d' essi, si può far salire ad un convoglio il piano inferiore subito dopo che il convoglio precedente ha cominciato ad ascendere il piano superiore, come pure nel caso di discesa, si è condotti a non calcolare più di dieci minuti di intervallo fra due partenze successive; si scorge adunque che si potrà salire con 6 convogli in un'ora e con tutta facilità 70 per giorno, ciò che rappresenta un passaggio almeno di 560 vetture o vagoni carichi.

La slitta è composta da un telajo rettangolare le cui travi longitudinali sono fornite al disotto di piastre in ferro coi risvolti. Queste piastre poggiano sulle rotaje. Alle due travi longitudinali sono eziandio assicurati due regoli piatti in legname incavati lateralmente dal lato del convoglio. Un tale apparato essendo assai leggero, non oppone che una debole resistenza al movimento ascendente del convoglio, ma se la fune si spezza, l'ultimo vagone rinculando, le ruote posteriori di questo vagone vanno ad internarsi nelle intaccature circolari dei piani. L' attrito delle piattebande diventando allora considerevole; il convoglio si arresta per gradi. Sgraziatamente questa slitta non può essere di alcun uso nelle discese.

Agli Stati-Uniti si usano su quei canali dei piani inclinati in sostituzione dei sostegni tutte le volte che è necessario di superare una caduta considerevole. Collocati i battelli sopra carri ai quali si legano, si fanno ascendere carichi sopra questi piani inclinati col mezzo di meccanismi che sono posti in movimento dall'acqua dello stesso canale.

Uno degli esempj più rimarchevoli di tali piani inclinati è quello che offre il canale Morris, descritto da Michel Chevalier. Questo canale per riunirsi al Passaic, influente dell' Hudson, supera un promontorio alto $231^{m}80$ al disopra di una delle estremità del canale, e di $278^{m}77$ superiormente all'altra; di modo che presenta in tal modo una contropendenza di $510^{m}57$.

Si trovano tuttavia dei piani inclinati a macchine fisse, o automotori, in sostituzione di sostegni nelle grandi miniere di carbon fossile nei contorni di Manchester e nella Slesia.

La lunghezza dei piani inclinati non è limitata come quella dei piani automotori. Essa è sovente considerevole. La pendenza può essere assai forte; tuttavia non converrebbe oltrepassare quella del 3 o del 4 per cento se si vogliono trasportare i viaggiatori. Con una pendenza maggiore la rottura della fune potrebbe causare dei gravi accidenti.

CAPITOLO IV.

DELLE MACCHINE LOCOMOTIVE

STORIA DELLE MACCHINE.

La prima macchina locomotiva che comparve sulle strade ferrate uscì dall'officina dei signori Trewithick e Vivian. Questa macchina venne esperimentata nel 1804 sulla strada ferrata Merthyr-Tydwill nel Paese di Galles. Essa non rimorchiava che 10 tonnellate di peso utile colla velocità di 8 chilometri. I signori Trewithick e Vivian avevano conseguito nel 1802 un privilegio per l'applicazione del vapore alla locomozione sulle strade comuni. Siccome però incontrarono molte difficoltà nell'applicazione, così abbandonarono tosto le strade ordinarie per appigliarsi alle ferrovie; ma la poca aderenza delle ruote sulle guide sembrava che innalzasse un ostacolo insormontabile all'applicazione di potenti macchine. Laonde venne proposto di praticare delle scanalature trasversali sui quarti delle ruote, ovvero di munirli di chiodi e di collocare nel mezzo della macchina una ruota dentata che ingranasse una dentiera situata fra i due filari di guide (fig. 72). Queste macchine inventate nel 1811 da Blenkinsop non avevano che il solo nome di comune colle macchine attuali. La caldaja, costrutta col si-

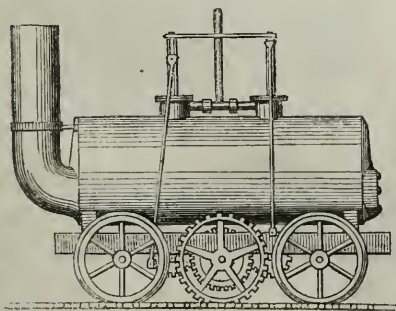



Fig. 72

stema di Oliviero Evans, era cilindrica ed attraversata in tutta la lunghezza da un grosso tubo che pescava nel liquido, all'estremità del quale si trovava il focolajo. La combustione veniva attivata coi metodi ordinarj, vale a dire col mezzo di un grande camino che si trovava in continuazione al grosso tubo. I cilindri erano verticali, le ruote in ghisa e l' intelajatura veniva sostenuta da molle. Alla dentiera ed alla ruota dentata si erano sostituite in alcune strade delle gambe mobili, le quali si alzavano l' una dopo l' altra posteriormente alla macchina e poggiandosi al terreno servivano di punti di sostegno all'asse dello stantuffo, che scorreva in un cilindro orizzontale (figura 73 macchina di Brunton 1813).

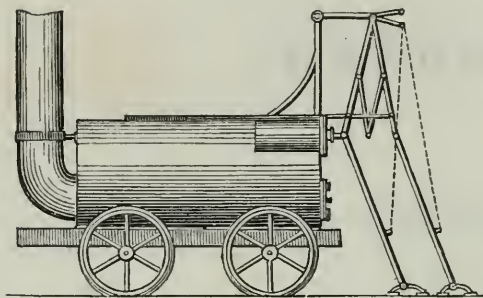
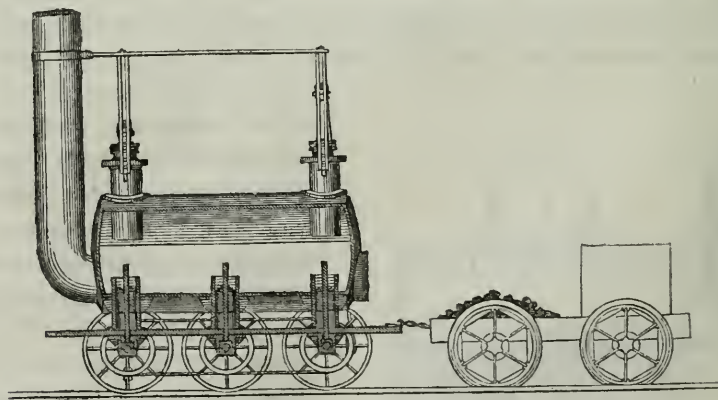



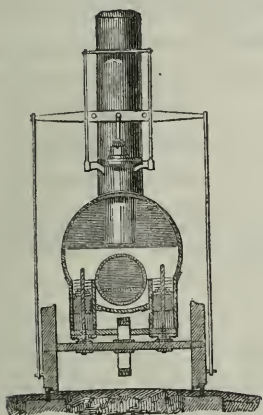
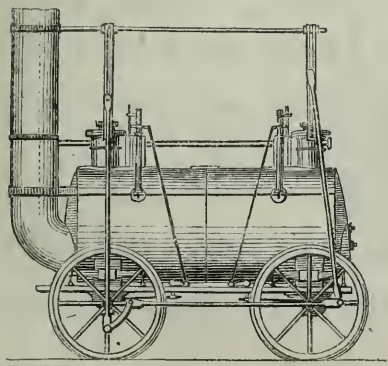
Fig. 73

Subito dopo, il Blackett fece un gran passo nel sistema di locomozione. Egli determinò coll'esperienza l'aderenza delle ruote alle guide e provò che essa era bastante senza alcun sussidio perchè le macchine si potessero movere sulle strade ferrate quasi orizzontali e poco inclinate.

Nel 1814 Giorgio Stephenson costrusse una nuova macchina nella quale per meglio utilizzare dell'aderenza di tutte le ruote della locomotiva, collo-

Fig. 74

cava tre sale in relazione fra loro ed in corrispondenza eziandio alle ruote

dentate, e ciò col mezzo di una catena senza fine, come lo dimostra la figure 74. Il Wood nel suo Trattato delle strade ferrate dichiara pure che le prime ruote del *tender* si trovavano congiunte colle ultime della locomotiva come aveva luogo in alcune macchine esperimentate per molto tempo sul Semmering; ma questa disposizione, che non è rappresentata nella sezione che si dà di questa macchina, fu bentosto abbandonata inquantochè si riconobbe che una tale complicazione riusciva inutile.

Fig. 75.

La caldaja in questa macchina era sospesa in un modo molto ingegnoso, cioè col mezzo di piccoli stantuffi che premevano dall'alto al basso sull'acqua e sul vapore. Il carico tradotto sulla strada ferrata, la quale doveva avere una pendenza moderata, non era che di 30 tonnellate, e la velocità di 6500 metri all'ora.

A questa macchina lo Stephenson nel 1815 ne surrogò altra, che viene rappresentata nelle fig. 75 e 76, e nella quale nel 1825 l'Hackworth sostituì alla catena senza fine un' asta di congiungimento snodata.

Dal 1815 al 1829 l'arte di costruire le locomotive rimase pressochè stazionaria, ma l'anno 1829 sarà memorando per la comparsa della prima macchina a caldaja tubulare coll' aspirazione del camino mediante uno spruzzo di vapore. Ciò avvenne in conseguenza del concorso aperto dalla Società da Liverpool a Manchester, che fece tosto funzionare questa locomotiva. La sua sostituzione alle vecchie macchine operò una rivoluzione nell' industria delle strade ferrate. Le macchine a caldaja tubulare, quantunque siano molto leggeri, producono una quantità di vapore di gran lunga maggiore delle altre e traducono dei carichi assai più pesanti con velocità che fino a quell'epoca si giudicavano impossibili anche dagli uomini più sperimentati. Per la qual cosa le strade ferrate vennero adottate anche pel trasporto dei passaggeri e poterono mettersi in concorrenza coi canali navigabili anche pel trasporto delle merci. In pochi anni

Fig. 76

le ferrovie si moltiplicarono all'infinito, e non è lontano il tempo in cui andranno esse in tutti i paesi ricchi a sostituire le strade principali.

Dal 1829 in poi non si è introdotto alcun cangiamento nel principio sèguito nella costruzione delle locomotive. Attualmente, come a quell' epoca, la caldaja delle locomotive è tubulare, e l'aspirazione è prodotta da un getto di vapore. Ciò non pertanto queste macchine sono molto più potenti, in conseguenza di avere aumentate le dimensioni, ed in causa di una maggior perfezione introdotta nei particolari dell'esecuzione.

La seguente tavola indica il progresso delle locomotive partendo dalla suddetta epoca rimarchevole fino a noi.

TAVOLA

INDICANTE GLI ACCRESCIMENTI SUCCESSIVI, NEL PERIODO DI TRENT'ANNI, DEL PESO DELLA POTENZA D'EVAPORAZIONE ECC. DELLE LOCOMOTIVE.

MACCHINE DIVERSE impiegate sulle strade ferrate dal 1825 al 1857	Peso delle macchine, compresa l'acqua nella caldaja	Carico lordo tradotto, compreso il tender 1)	Velocità all'ora nel cammino	Peso dell'acqua evaporata per ora	Combustibile bruciato per trasportare una tonn. ad un chilt.	SUPERFICIE RISCALDATA per irradiazione	SUPERFICIE RISCALDATA per contatto
	tonn.	tonn.	chilom		chilogr.	m. q.	m. q.
1825 - Vecchie locomotive	6 a 7	40	9, 65	450	0, 450	1, 06	2, 76
» Fusée. Prima macchina tubulare .	4, 30	38	25, 00	810	0, 200	1, 86	10, 94
1834 - Fire — Fly . .	»	40	43, 30	1 978	0, 210	»	»
1838 - Harvey — Combe.	»	50	51, 00	2 300	0, 170	»	»
1857 - Miste dell'Est . .	22, 40	120	45, 00	2 900	0, 054	5, 06	67, 15
» Di media velocità dell'Est . . .	24, 25	100	55, 00	3 000	0, 080	6, 34	71, 83
» Di grande velocità Crampton dell'Est	27, 80	88	80, 00	3 200	0, 080	8, 65	88, 92
» Di piccola velocità per le merci dell'Est	27, 30	315	30, 00	3 200	0, 033	7, 25	93, 24
» Macchina Engerth	56 00 2)	700	23, 00	»	»	155	

(1) Vi è compreso il tender, che non è staccato dalla macchina.

(2) Si indica il peso tradotto su di una strada, la cui pendenza può elevarsi sino al cinque per mille.

Secondo il Gooch, ingegnere della strada da Londra a Bristol, la potenza d'evaporazione delle macchine impiegate sulla ruotaja larga, raggiungerebbe i chilogrammi 8000. Questa cifra ci sembra esagerata.

Il peso dell'acqua evaporata, varia del resto fra limiti assai discosti secondo il modo con cui si fanno agire le macchine e la loro velocità. Supponiamo il caso di un lavoro ordinario delle macchine colla velocità indicata nella Tavola. Le macchine Crampton in alcune condizioni evaporizzano fino a 5700 chilogrammi d'acqua all'ora.

Ad onta che siasi aumentata la potenza delle locomotive, le spese di manutenzione vennero diminuite. Così una macchina che nel 1835 non poteva percorrere più di 30000 chilometri senza essere riparata, attualmente ne percorre 150 000.

La prima applicazione della caldaja tubulare sembra siasi fatta nel 1828 sulla strada da Saint-Étienne a Lione da Marco Séguin all'epoca medesima in cui ebbe luogo il concorso sulla strada da Liverpool a Manchester. Ma l'aspirazione nelle macchine che uscivano dall'officina di questo costruttore, la quale veniva prodotta da un semplice ventilatore, sgraziatamente era insufficiente. Si attribuisce a Giorgio Stephenson l'onore di avere pel primo impiegato per la detta aspirazione un getto di vapore, i cui effetti sono cotanto efficaci e fu dall'officina di suo figlio Roberto che uscì la *Fusée* (the Rocket (fig. 77) che guadagnò il premio del concorso di Liverpool. Si assicura che il Booth, segretario generale della Società da Liverpool a Manchester, concepì l'idea della caldaja tubulare e l'applicò sulla strada di Liverpool nello stesso tempo che Marco Séguin l'attivava su quella di Saint-Étienne.

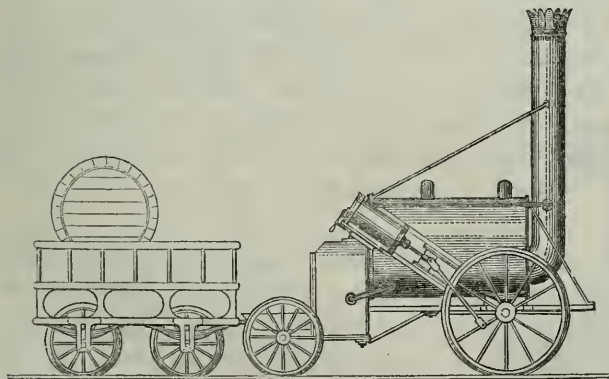



Fig. 77.

Comunque siano le cose, seguendo l'ordine cronologico noi citeremo fra gli ingegneri od i meccanici che hanno contribuito al progresso delle macchine locomotive Trevitick e Vivian, Blenkinsop, Brunton, Blackett, Giorgio Stephenson, Hackworth, Nicola Wood, Marco Séguin, Booth, Roberto Stephenson, Roberto Sharp, Crampton ed Engerth; ma fra tutti questi uomini di merito si distinguono in particolare i due Stephenson.

Giorgio Stephenson non ha costrutto soltanto le prime locomotive facenti un servizio conveniente sulle strade ferrate, ed applicato a tali macchine il sistema d' aspirazione che rese possibile l'uso della caldaja tubulare; ma ha perfezionata la lampada dei minatori e fu il primo ad applicare le guide di ferro malleato; costrusse la strada di Darlington pel trasporto del carbon fossile a grandi distanze; cosicchè acquistò un titolo imperituro alla riconoscenza della posterità, costruendo, malgrado le immense difficoltà di esecuzione e la più viva opposizione del pubblico, la prima strada ferrata a grande velocità, cioè quella da Liverpool a Manchester.

Roberto Stephenson dopo di avere costrutta la macchina alla quale fu accordato il premio del concorso di Liverpool, aumentò pel primo la forza della locomotiva; introdusse nella costruzione molti importanti miglioramenti, quale sarebbe la *culisse*, adottata generalmente per variare la tensione; applicò il suo nome alla costruzione di un gran numero di linee importanti non solo in Inghilterra, ma eziandio in molte altre parti d' Europa, ed anche nell'Africa, in America e nell'Asia, ed infine ideò il progetto del magnifico ponte tubulare in lamina sullo stretto di Menay, sul sistema del quale ne furono eseguiti molti altri successivamente.

Dopo di aver parlato delle opere di Giorgio e Roberto Stephenson dobbiamo dire alcune parole sulla loro vita veramente singolare. Giorgio non era che un semplice operajo minatore, ma l' abito da minatore copriva un uomo di genio. Non senza fatica Giorgio Stephenson potè guadagnare la confidenza de' suoi superiori, e dopo d'allora gli venne aperta una brillante carriera; ma se vi riuscì senza alcuna istruzione e colla sola potenza del suo ingegno, provò peraltro il difetto della mancanza di alcune cognizioni scientifiche che gli sarebbero state necessarie; per cui lavorava la notte ad aggiustare gli orologi, onde guadagnare del denaro per far istruire il suo figlio Roberto. Padre felice, egli venne largamente compensato, poichè ebbe la ventura di vedere il Roberto a raggiungere, se pure non oltrepassò la sua fama.

Attualmente Roberto Stephenson è il primo ingegnere delle strade ferrate, ed il primo costruttore di locomotive. Egli è membro del Parlamento inglese, ed immensamente ricco; ma si vanta sempre di essere il figlio di Giorgio l'operajo minatore che aggiustava gli orologi onde poterlo far istruire. La città di Liverpool riconoscente ha innalzato una statua a Giorgio Stephenson.

DESCRIZIONE GENERALE.

Le locomotive sono macchine a vapore, accompagnate da caldaje, focolare e camino, montate sopra un carro speciale, situato alla testa del treno che si vuol rimorchiare.

L'ingegnere che si occupa dello studio delle locomotive deve cercare due

Fig. 78.

qualità particolari, cioè la *forza* e la *leggerezza*; ma esse non bastano, ed è d'uopo inoltre, che queste macchine che trasportano a grande velocità dei pesanti convogli di viaggiatori presentino tutta la possibile guarentigia in riguardo alla sicurezza, ed è necessario infine ch'esse camminino con economia e regolarità.

Tutte le locomotive presentano alcune disposizioni d'insieme che verremo a descrivere.

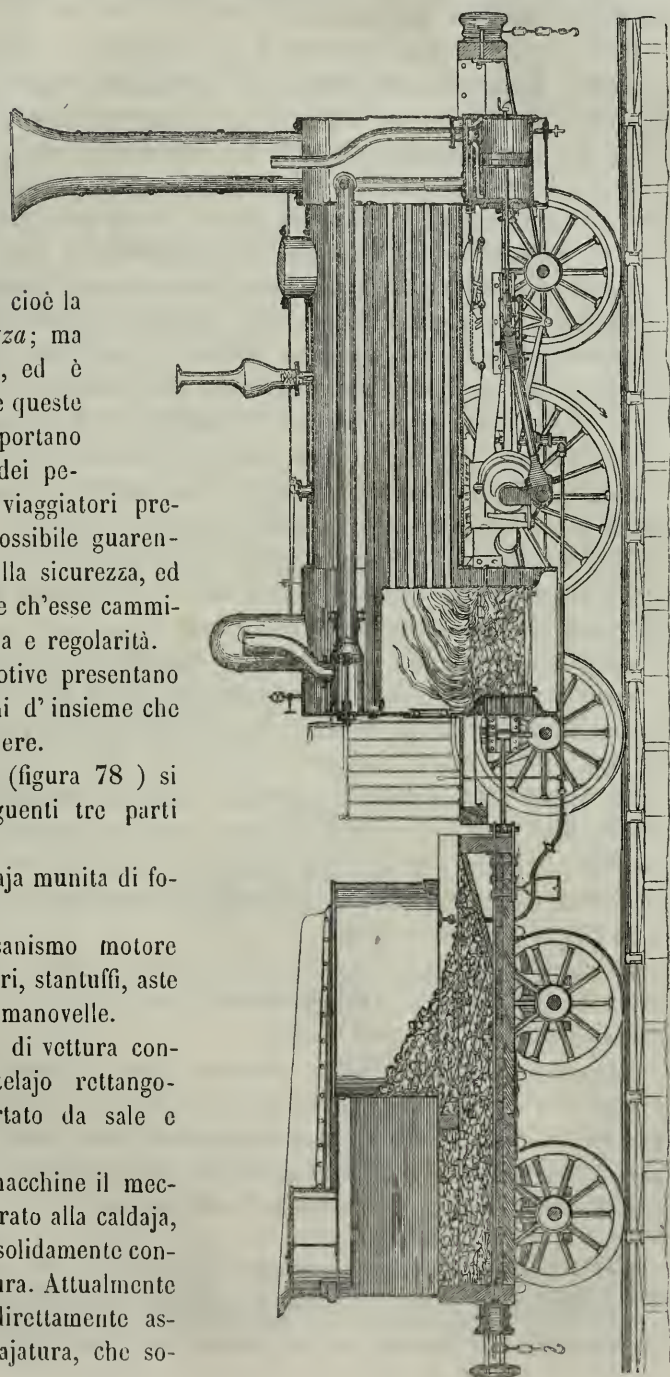
Una locomotiva (figura 78) si compone delle seguenti tre parti principali, cioè:

1.° Una caldaja munita di focolajo e camino.

2.° Un meccanismo motore composto di cilindri, stantuffi, aste snodate (*bielles*) e manovelle.

3.° Un treno di vettura consistente in un telajo rettangolare (*chassis*) portato da sale e ruote.

Nelle vecchie macchine il meccanismo era assicurato alla caldaja, la quale si trovava solidamente congiunta all'intelajatura. Attualmente il meccanismo è direttamente assicurato alla intelajatura, che so-

stiene egualmente la caldaja. Faremo conoscere più sotto i vantaggi che risultano da una tale disposizione.

Il vapore agisce sullo stantuffo e gli comunica un movimento di andata e ritorno. Questo è trasformato in un movimento di rotazione con una delle sale della macchina e col mezzo di aste snodate (*bielles*) e di manovelle. Le ruote che sono assicurate alla detta sala, denominata *sala motrice*, non possono girare: che se esse girano o *strisciano* sulle guide, trasportano col loro movimento la macchina ed il treno che vi è congiunto. Ma lo strisciamento non si produce che nel caso che sia insufficiente la resistenza che incontrano le ruote sulle guide, resistenza che si denomina *aderenza* (*) L'aderenza dipende principalmente dal peso della macchina, oppure dalla pressione sostenuta dalle guide, sotto le ruote motrici, e dallo stato dell'atmosfera; ma non è d'uopo conchiudere che siasi dato alle locomotive il peso enorme che hanno attualmente per la necessità di impedire lo strisciamento; al contrario tutti gli uomini che si occupano della costruzione di queste macchine tendono di renderle possibilmente leggeri, nei limiti però che lo permetta la prudenza e l'economia della manutenzione del servizio.

Abbiamo creduto di dover insistere sopra questo fatto che è poco conosciuto dalle persone che non sono versate nell' industria delle strade ferrate. Giornalmente si vedono sorgere dei sistemi, spesso molto ingegnosi, nei quali si cerca di supplire alla mancanza di aderenza delle locomotive, mentre soltanto il loro peso che è determinato dagli effetti che si vogliono produrre, eccede generalmente quello che è necessario per ottenere una tale aderenza, se si eccettuino alcuni rari casi.

La caldaja delle macchine locomotive differisce essenzialmente da quelle che si impiegano ordinariamente nelle macchine fisse. Essa è del sistema tubulare, la quale è la sola che realizza lo scopo che si è proposto, cioè di produrre la maggior quantità di vapore possibile, con un apparato di peso e di dimensioni assai limitate.

La caldaja si compone di tre parti principali, cioè: la *camera del fuoco*, che contiene il focolajo; i *corpi cilindrici*, che circondano i tubi; e la *camera del fumo* col corrispondente camino.

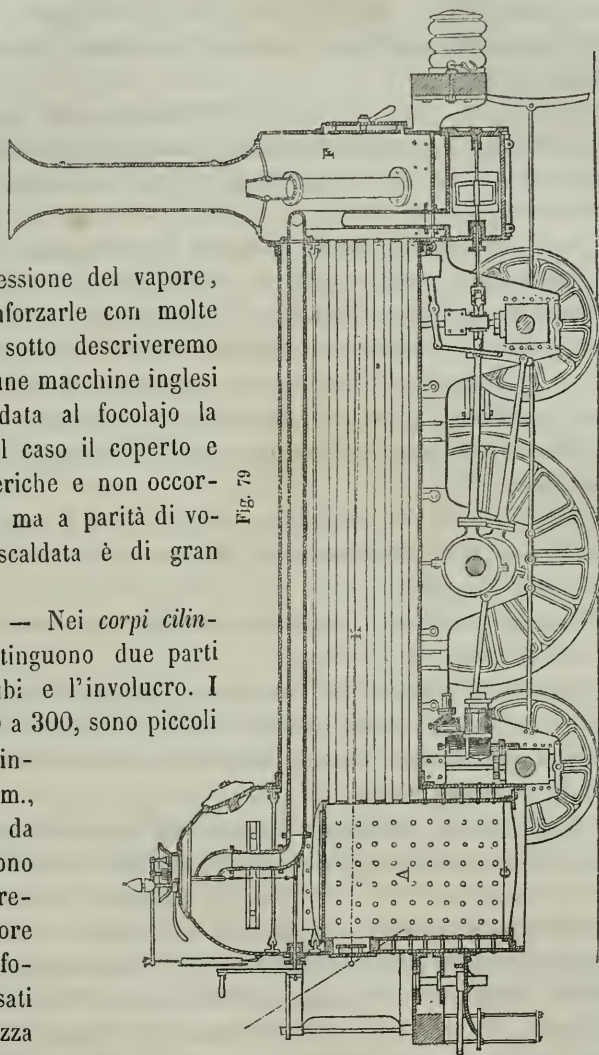
Camera del fuoco. — La *camera del fuoco A* (boîte à feu), figura 79, è situata posteriormente alla macchina e comprende il *focolajo* e le sue *pareti*. Il focolajo è una cassa di forma rettangolare chiusa nella parte superiore da una parete piana che si chiama *coperto del focolajo* (ciel du foyer). La sua superficie interna è in contatto col combustibile, che è disposto sulla in-

(*) Per *aderenza* si intende generalmente la forza che si oppone alla separazione di due corpi posti a contatto. — Nelle macchine locomotive l'aderenza è la resistenza allo strisciamento; essa è eguale all'attrito di strisciamento delle ruote sulle guide. Una tale espressione è viziosa in ciò, che può indurre della confusione nelle idee, ma essa è consacrata dall'uso.

graticciata *G*; la superficie esterna è circondata da uno strato acqueo della grossezza da 7 a 20 centimetri contenuto in un' incamiciatura che segue il contorno del focolajo sino all'altezza del coperto. Al di là di questa incamiciatura la camera è sormontata da una cupola semicilindrica o piramidale.

Tutte queste pareti non resistono alla pressione del vapore, il perchè è duopo rinforzarle con molte armature, di cui più sotto descriveremo la disposizione. In alcune macchine inglesi ed americane venne data al focolajo la forma cilindrica; in tal caso il coperto e la cupola sono semisferiche e non occorrono più le armature, ma a parità di volume la superficie riscaldata è di gran lunga minore.

Fig. 79

Corpi cilindrici. — Nei *corpi cilindrici K* (fig. 79) si distinguono due parti principali, cioè: i tubi e l'involucro. I tubi, in numero da 100 a 300, sono piccoli cilindri del diametro interno da 30 a 50 millim., la cui lunghezza varia da 2^m 40 a 4^m 00. Essi sono assicurati alle loro estremità nella parete anteriore o *piastra tubulare* del focolajo e sono attraversati in tutta la loro lunghezza dai prodotti gazosi della combustione. I tubi sono collocati in un gran cilindro di lamina, che è il *corpo cilindrico* propriamente detto; questo è in libera comunicazione collo spazio che separa il focolajo dal suo involucro; lo scopo di esso è quello di contenere l'acqua che bagna i tubi, e di servire quale serbatojo al vapore, di mano in mano che si forma. Le estremità anteriori dei tubi e del corpo cilindrico sono assicurate ad una robusta piastra di lamina denominata *piastra tubulare della camera del fumo.*

Camera del fumo. — La *camera del fumo F* (boîte à fumée, fig. 79). è la cassa nella quale si portano i prodotti della combustione dopo di aver attraversato i tubi. La sua forma può variare assai, ma essa porta sempre nella sua parte superiore il camino pel quale il fumo si spande nell'atmosfera.

La superficie del focolajo che riceve direttamente l'azione della combustione si denomina la *superficie riscaldata per irradiazione*. Quella dei tubi non essendo riscaldata che dai gaz che gli attraversano, vien detta *superficie riscaldata per contatto*.

Nelle macchine ordinarie il camino ha una grande altezza, il quale riempiendosi d'aria calda vi produce l'aspirazione (*tirage*). Non è lo stesso nelle macchine locomotive. L'altezza del loro camino è troppo limitata, e la resistenza che prova l'aria attraversando i tubi è soverchia perchè i mezzi ordinarj di aspirazione siano bastanti. In queste macchine la causa principale dell'aspirazione è il vapore, che dopo di aver agito sugli stantuffi, sfugge rapidamente nel camino, e trascina con sè meccanicamente una grande quantità d'aria (*).

Da ciò risulta che le macchine locomotive non possono essere nè a condensazione nè a bassa pressione. Esse agiscono ordinariamente sotto la pressione da sei a sette atmosfere.

La caldaja tubulare e l'aspirazione pel getto del vapore sono due segni caratteristici delle macchine locomotive.

La caldaja tubulare coll'aspirazione pel getto di vapore è adottata attualmente su tutte le strade ferrate del globo. Senza di essa non potrebbe aver luogo quella velocità che ha collocato le strade ferrate al primo posto nelle vie di comunicazione.

Si comprende facilmente che nelle caldaje tubulari la corrente d'aria calda trovandosi in contatto colle pareti da riscaldarsi mediante un numero di punti molto più grande che nelle caldaje riscaldate esternamente, la quantità di acqua evaporata, e per conseguenza la quantità di vapore prodotto, deve essere più considerevole. È precisamente per questa grande produzione di vapore in un determinato tempo che, potendosi ottenere un lavoro meccanico considerevole nel medesimo lasso di tempo, si possono tradurre dei carichi pesanti con una grande velocità. Le vecchie caldaje, le quali non contenevano che un tubo di un gran diametro, producevano poco vapore; per cui esse non

(*) Questo fenomeno è analogo a quello che si produce nei mantici ad acqua (*trompes*), specie di soffietti frequentemente impiegati nelle Alpi e nei Pirenei, nei quali l'aria è trascinata dal movimento di una colonna d'acqua che cade da una grande altezza. Anche le fucine di ferro nell'alta Lombardia sono animate da simili mantici. Un tale fenomeno è dovuto all'allargamento subitaneo della vena fluida che passa senza alcun mezzo da una sezione limitata ad altra più grande. Lo studio degli effetti che si producono in queste circostanze costituisce una parte assai interessante e feconda nelle applicazioni dell'idraulica.

potevano tirare che un peso assai limitato, e non oltrepassare la velocità da 12 a 16 chilom. all'ora. Attualmente si raggiunge senza alcuna difficoltà la velocità da 80 a 90 chilometri.

La facoltà che posseggono le macchine locomotive di produrre una gran quantità di vapore, avuto riguardo al loro volume ed al peso limitato, non dipende già unicamente dall' estensione della loro superficie riscaldata, ma eziandio dalla grande potenza vaporizzatrice di ciascuna unità di questa superficie. Laonde si riconobbe che nelle macchine locomotive, un metro quadrato di superficie di riscaldamento produce da due a tre volte altrettanto di vapore che nelle caldaje delle macchine fisse, e che la medesima quantità di combustibile produce molto più vapore in una caldaja tubulare che in una caldaja col fornello esterno. Ciò dipende evidentemente dalla divisione della corrente gazosa prodotta dalla combustione in un gran numero di correnti parziali che si raffreddano più sollecitamente e più compiutamente.

Le macchine locomotive oltre che hanno il vantaggio di produrre una gran quantità di vapore in un determinato tempo, godono inoltre la proprietà rimarchevole d'essere quasi inesplosibili. Almeno vi sono pochi esempj di macchine scoppiate, sopra molte migliaja che si sono costrutte negli ultimi dieci anni; di più l'esplosione fu causata dalla trascuratezza dei costruttori nell'assicurare in modo soddisfacente le diverse parti della camera del fuoco, la cui forma esige delle robuste armature, oppure dalla circostanza che queste caldaje erano indebolite da un lungo servizio (*).

Tale proprietà delle caldaje delle locomotive di essere pressochè inesplosibili, dipende tuttavia dal sistema di costruzione e da quello di aspirazione. La cupola superiormente al focolajo e le pareti intorno al medesimo essendo convenientemente assicurate, ne consegue che sono i tubi i primi che devono cedere all' eccesso di pressione. Effettivamente questi tubi nelle macchine meglio costrutte screpolano sovente, qualora siansi assottigliati per l'uso, ma di essi non ha luogo mai l'esplosione.

L'acqua projettata nel focolajo dalla pressione del vapore diminuisce subito l'azione del fuoco, ed in allora basta di cacciare in ciascun estremo del tubo screpolato un turacciolo di legno bianco, di cui l'acqua della caldaja impedisce il bruciamento, e si può continuare a servirsi della macchina senza alcun pericolo sino al momento in cui è possibile di cambiare i tubi guasti.

Il sistema di aspirazione contribuisce eziandio a preservare la macchina dall'esplosione, poichè l' aspirazione del vapore cessando subito che la mac-

(*) Il piccolo numero di locomotive di cui si verificò l'esplosione era già da tempo fuori di servizio. Una macchina proveniente da una delle strade dei contorni di Parigi, già logorata dal servizio, scoppiò recentemente sulla ferrovia da Bordò a Bajona.

china è fermata, la produzione dello stesso vapore viene considerevolmente diminuita ed il vapore non può condensarsi nella caldaja, in modo da farla scoppiare. Allorchè al contrario l'aspirazione è attiva, cioè allorquando la macchina cammina a grande velocità, la dispersione del vapore si effettua a misura che si forma.

Nelle macchine fisse le cose accadono in un altro modo. L'aspirazione del camino essendo indipendente dal consumo del vapore, in alcuni momenti per negligenza del fuochista, può prodursi il vapore in una gran quantità e non essere impiegato, dimodochè è costretto ad uscire dalle valvole di sicurezza, ciò che cagiona l'esplosione, allorchè queste non funzionano lodevolmente.

Serbatojo del vapore. — L'inviluppo del focolajo e dei tubi non è riempito interamente dall'acqua; essa lascia un determinato spazio tra il suo livello e la parte superiore di questo inviluppo. Un tale spazio, nel quale si porta il vapore a misura che si forma, si denomina *serbatojo del vapore.* È importante che questo spazio sia possibilmente ampio, onde evitare che il vapore non trascini con sè dell'acqua non evaporizzata. Si procura di aumentare il detto spazio sia coll' assegnare alla cupola della camera del fuoco, delle dimensioni considerevoli, sia coll' aggiungere in un luogo qualunque una cupola addizionale, che si denomina *cupola di presa del vapore.*

Da alcuni anni si è rinunciato a quest'ultima disposizione che non consegue lo scopo che assai imperfettamente, e si preferisce perciò di aumentare il diametro del corpo cilindrico.

Presa del vapore. — Dal serbatojo il vapore si porta nei cilindri mediante un tubo particolare di un gran diametro. Questo tubo, denominato *tubo conduttore*, oppure *tubo della presa del vapore*, presenta due disposizioni assai diverse. Nelle caldaje che hanno una cupola di presa del vapore, esso dirama dalla parte più elevata di questa cupola, discende verticalmente sino ad una piccola distanza dalla superficie dell' acqua, piega ad angolo retto, e diventa orizzontale. Rimane in tal modo orizzontale durante tutto il passaggio nel corpo della caldaja; poi giunge alla piastra tubulare, e di là alla camera del fumo; attraversa questa piastra, piega di nuovo ad angolo retto, ritorna verticale, e si suddivide in due rami che vanno a finire alle scatole a vapore annesse ai cilindri. Un meccanismo particolare che si denomina *regolatore* fa parte di questo condotto, il quale serve a moderare, ed anche a chiudere perfettamente il movimento del vapore che si porta nei cilindri.

Allorquando non vi è la cupola, il vapore è preso simultaneamente in tutta la lunghezza della caldaja mediante un tubo orizzontale situato possibilmente in alto. A tal effetto questo tubo è forato di piccoli pertugi oblunghi e stretti seguendo la sua generatrice più elevata, di maniera che presenta da un capo all'altro delle fenditure pressochè continuate, nelle quali il vapore si pre-

cipita a misura che si forma, senza toccare la superficie dell'acqua in ebollizione. Questo tubo sbocca in una cavità ove si trova il regolatore; dopo che il vapore ha attraversato questo apparato si porta nelle scatole a vapore, mediante due tubi, che in generale sono situati esternamente alla caldaja.

Cilindri. — I cilindri, che sono sempre due, situati inferiormente alla camera del fumo, oppure lateralmente alla medesima, si trovano più o meno inclinati all'orizzonte. Questi due cilindri essendo perfettamente simili tanto nel meccanismo, quanto nella distribuzione e trasmissione del movimento, non ne descriveremo che uno solo.

Il cilindro (fig. 80) nel quale si move lo stantuffo *P* è chiuso posteriormente da un fondo *F*, il quale è attraversato dall'asse dello stantuffo, ed anteriormente da un coperchio *C*, che è disposto in modo da poter essere levato facilmente, allorquando si vuol riparare lo stantuffo. La scatola a vapore *B* generalmente fa parte del cilindro, essa comunica colle due estremità ad altrettanti canali che si chiamano *luci di introduzione l′*, *l′* (lumières d'introduction). Una terza luce *L*, denominata *luce di scappamento* (lumière d'échappement), mette in comunicazione la scatola a vapore col tubo di scappamento che si porta nel camino. La sezione di queste luci è un rettangolo allungato (fig. 81); quella di scappamento è più larga ma della medesima lunghezza di quella d'introduzione. La superficie piana sulla quale sboccano queste luci nella scatola a vapore si denomina *tavola del cilindro* (table du cylindre); essa è perfettamente piana.

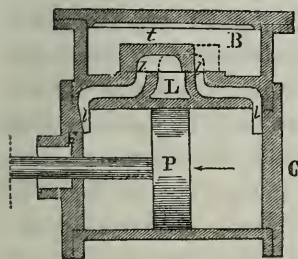
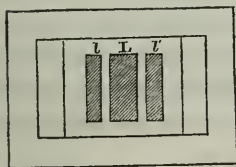



Fig. 80

Fig. 81

Fig. 82

La *scatola t* (tiroir figura 80), specie di cassetta rovesciata, appoggia e striscia su questa tavola secondo che si trova nell'una o nell'altra delle posizioni indicate nella figura 80; la parte anteriore del cilindro comunica colla scatola a vapore e la posteriore col tubo di scappamento od al rovescio. Egli è evidente che allorquando la *scatola* occupa la posizione indicata dalle linee ferme, il vapore preme contro la faccia anteriore dello stantuffo, e lo obbliga a moversi nel senso della freccia spingendo nel tubo di scappamento il vapore che si trova posteriormente. Ma se al momento in cui lo stantuffo arriva all'estremo della sua corsa, la *scatola* si scosta e va ad occupare la posizione che venne indicata colle linee punteggiate, avrà luogo il rovescio, e lo stantuffo camminando in senso contrario della freccia,

verrà a riprendere la sua posizione primitiva. In tal modo spostando la *scatola* tutte le volte che lo stantuffo sarà giunto all'estremo della sua corsa, si perverrà a dare allo stesso stantuffo il movimento di andata e ritorno che farà avanzare la macchina.

Abbiamo detto più sopra che si attribuisce molta importanza all'arrivo del vapore nella scatola a vapore, senza il miscuglio dell' acqua; una tale importanza è reale; cercheremo di qui dimostrarla.

L'acqua ed il vapore contenuti nella caldaja hanno la medesima temperatura; ciò risulta dallo studio delle leggi fisiche relative ai vapori *saturati*, vale a dire prodotti da un eccesso del liquido. Se adunque il vapore che si porta nei cilindri traduce con sè dell'acqua dalla caldaja, essa avrà un'alta temperatura che venne dalla medesima acquistata a spese del calore sviluppato dal focolajo. Ma quest'acqua non esercita alcun lavoro meccanico sullo stantuffo, anzi diminuisce quello che si sarebbe prodotto dal solo vapore, aumentando in una larga proporzione la resistenza che prova il vapore nel suo passaggio pei diversi canali che lo conducono ai cilindri; vi è adunque consumo di calore ed una perdita o diminuzione di effetto utile del vapore.

Di più se l'acqua è trasportata nei cilindri e vi giunge in gran copia, ne risultano qualche volta delle rotture, allorquando l'acqua stessa è compressa dallo stantuffo contro uno dei fondi, nè vi trova uno spazio bastantemente ampio.

Meccanismo di trasmissione. — L' asse dello stantuffo attraversa il fondo del cilindro, come già abbiamo indicato; esso è guidato nel suo movimento rettilineo dalla testa dell'asse dello stantuffo (fig. 83) che è obbligata di moversi contro gli *strisciatori* (glissières) *g g*.

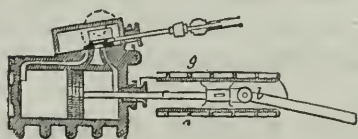



Fig. 83

A questa testa è attaccata una delle estremità dell' asta snodata (*bielle*) motrice *b*, la quale è una grande leva di ferro laminato, che la riunisce alla manovella.

La manovella consiste qualche volta in una piegatura della sala che porta le ruote motrici, e prende in allora il nome di sala piegata (*essieu coudé*); in questo caso i cilindri sono compresi fra le ruote. Altre volte vi è un rigonfiamento nel mezzo della ruota motrice, nel quale è assicurato un bottone di manovella; i cilindri in allora sono collocati all'esterno delle ruote e l'asta snodata si congiunge a questo bottone.

Allorquando lo stantuffo è al termine della corsa, gli assi della manovella, dell'asta snodata e dello stantuffo si trovano sulla medesima linea retta. Se in questo punto il vapore viene a premere sullo stantuffo per farlo retroce-

dere, il movimento potrà aver luogo indifferentemente in un senso o nell'altro; in allora si dice che la manovella si trova in uno de' suoi *punti morti*. Per ciascuna rivoluzione completa della manovella vi sono due punti morti. Si intende facilmente che una macchina che avesse un solo apparato motore non potrebbe mettersi in cammino se essa si trovasse fermata in modo che la manovella fosse ad un punto morto. Il perchè si hanno sempre due meccanismi simili, le cui manovelle si trovano ad angolo retto.

Questa disposizione è altresì utile allorquando uno di tali meccanismi si guasta durante il cammino; nella maggior parte dei casi si può tuttavia continuare la strada con un solo stantuffo.

Il movimento delle *scatole* (tiroir) essendo del tutto analogo a quello degli stantuffi, esso si ottiene nello stesso modo. Si sostituiscono soltanto delle manovelle agli eccentrici.

Questo apparato consiste in un disco circolare in metallo congiunto all'asse motore, di maniera che l'asse di un tal disco non coincida con quello della sala. La corsa della scatola è doppia della distanza che separa i due centri (eccentricità); siccome la corsa dello stantuffo è doppia della lunghezza della manovella.

Il consumo del vapore nelle locomotive è considerevole, ed è d'uopo perciò di aggiungere dell'acqua nella caldaja, a misura che essa vaporizza. A tal effetto la macchina è munita di due trombe aspiranti e prementi che si chiamano *trombe alimentari*. Esse prendono l'acqua dal *tender*, ovvero dal carro di provvista attaccato posteriormente alla macchina; il tender porta eziandio il combustibile che un operajo speciale detto *fuochista* (chauffeur) è incaricato di usare nell'alimentazione del fuoco. Il movimento alle trombe, alcune volte viene comunicato direttamente dagli stantuffi, altre invece dagli eccentrici.

Sovente è necessario di cambiare la direzione del cammino della macchina; un meccanismo particolare, che è alla portata del meccanico, serve ad operare questo movimento. Esso si chiama *leva di cambiamento di cammino* (*levier de changement de marche*).

In alcune macchine esiste infine un apparato speciale che serve ad utilizzare la *tensione* del vapore, intercettando l'ingresso di questo fluido nei cilindri prima e dopo ciascuna corsa.

Tutti questi apparati sono molto complicati, ed il descriverli ci farebbe deviare dallo scopo che ci siamo proposti nel primo paragrafo destinato a dare un'idea generale di una macchina locomotiva. Allo studio dei particolari di questa macchina destineremo un paragrafo speciale.

DISPOSIZIONE DELL'INSIEME DELLE MACCHINE LOCOMOTIVE E DIVERSI MODELLI.

Quantunque tutte le macchine che corrono a grande velocità sulle strade ferrate presentino, senza alcuna eccezione, l'insieme delle disposizioni che verremo a far conoscere, esse peraltro differiscono:

1.° Nella forma della camera del fuoco. Le camere del fuoco, come abbiamo già notato, sono:

rettangolari colla cupola semicilindrica (macchine della strada di Strasburgo, vecchio modello);

rettangolari colla cupola piramidale (macchine della strada del Nord, vecchio modello di Stephenson);

cilindriche colla cupola semisferica (macchine americane).

2.° Per la disposizione della presa del vapore. Abbiamo già indicato che la presa del vapore ha luogo sotto la cupola cilindrica ricoperta da una calotta semi-sferica nell'interno stesso dell'involucro cilindrico della caldaja, mediante il tubo conduttore, essendo fesso nella massima parte della sua lunghezza.

3.° Per la lunghezza dei corpi cilindrici della caldaja.

Si distinguono le macchine a lunga caldaja nelle quali la lunghezza dei corpi cilindrici è da 3^m 80 a 4^m00 circa (macchine Stephenson della strada di Strasburgo e della strada del Nord, vecchio modello).

Le macchine a corta caldaja (lunghezza 2^m50, vecchie macchine Sharp Roberts della strada di Versaglia).

Le macchine a caldaja media (lunghezza da 3^m 00 a 3^m50, macchine della strada di Lione, modello di Sharp Roberts, ed alcune macchine della strada di Strasburgo).

4.° Per la posizione dei cilindri a vapore.

Questi cilindri sono situati:

sotto la camera del fumo;

lateralmente a questa camera;

contro il corpo cilindrico della caldaja.

5.° Per la disposizione delle scatole (tiroirs), che è assai variabile.

6.° Per la forma della sala a cui viene comunicato direttamente il movimento dagli stantuffi.

Questa sala è piegata (macchine per le merci della strada di Strasburgo) ovvero retta e termina all'esterno delle ruote in manovelle (macchine pei viaggiatori alle strade di Strasburgo, del Nord, ecc.).

7.° Per il numero delle ruote.

Vi sono delle macchine a quattro ruote (vecchie macchine Bury, ovvero Fenton Murray delle strade di Versaglia).

A sei ruote (modello inglese), come sono quelle della maggior parte delle strade inglesi e francesi.

A sei ruote (modello americano), strade tedesche.

A otto ruote (modello americano), strade tedesche.

A dieci o dodici ruote, modello Engherth (strada del Semmering).

8.° Per le dimensioni delle ruote.

Nelle macchine a quattro ruote le due gemelle sono di un gran diametro, e due di un diametro più piccolo (macchine pei viaggiatori).

In quelle a sei ruote, inglesi, le due ruote gemelle sono di gran diametro, le quattro altre hanno un diametro più piccolo senza essere accoppiate (macchine pei viaggiatori di tutte le strade ferrate di Francia e d'Inghilterra).

Quattro sono di un diametro medio ed accoppiate, e due di un diametro più piccolo (macchine miste, Strasburgo, Lione e del Nord).

Le sei ruote sono del medesimo diametro e sono accoppiate (macchine per le merci, strade di Strasburgo, di Lione e del Nord).

Nelle macchine a sei ruote americane un pajo di ruote sono sempre di gran diametro e le due altre paja di piccolo diametro (macchine pei viaggiatori delle strade americane).

9.° Per la posizione delle sale.

Nelle macchine a sei ruote le tre sale sono situate fra la camera del fuoco e quella del fumo (macchine delle strade di Strasburgo e del Nord, vecchio modello Stephenson).

L'una di esse è posteriore alla camera del fuoco, e le due altre fra le due camere (macchine della strada di Lione, nuove macchine della strada del Nord, alcune macchine della strada di Strasburgo).

In queste macchine le grandi ruote sono sulle sale di mezzo (macchine della strada di Strasburgo, vecchio modello).

Sulla sala posteriore ed innanzi alla camera del fuoco (alcune macchine Stephenson).

Sulla sala posteriore ed anteriore alla camera del fuoco (macchine Crampton delle strade di Strasburgo e del Nord).

10.° Per la posizione dell'intelajatura.

Le macchine possono avere l'intelajatura interna (macchine Stephenson).

Coll'intelajatura esterna (vecchie macchine Fenton Murray).

11.° Per la disposizione del meccanismo.

Il meccanismo può essere internamente alle ruote (macchine Stephenson).

Può essere esternamente (macchine Crampton, macchine del Semmering).

12.° Pel sistema di alimentazione della macchina.

La macchina può essere separata dal tender (la maggior parte delle macchine delle strade ferrate inglesi e francesi).

La macchina può essere congiunta al tender (macchine della strada del Mezzodì in Francia e macchine del Semmering).

L'uso delle cupole piramidali permette di poter aumentare la capacità del serbatojo del vapore e di diminuire la spesa di costruzione della macchina; ma la forma di questa cupola la rende troppo soggetta all'esplosione, e si è trovato che esse producono un carico eccessivo sulla sala posteriore. *Laonde le cupole piramidali attualmente sono quasi abbandonate.*

Abbiamo già indicato il vantaggio che presentano i focolaj rettangolari su quelli cilindrici. *In Francia ed in Inghilterra i focolaj rettangolari ottennero la preferenza.*

Colla presa del vapore in più punti col mezzo del tubo conduttore, il vapore stesso riesce più secco, per cui una tale disposizione attualmente è la più adottata.

Nelle vecchie macchine la lunghezza dei corpi cilindrici della caldaja non oltrepassava i $2^{m}\,50$. Roberto Stephenson l'aumentò onde spogliare compiutamente l'aria del suo calore nel tragitto dal focolajo al camino, ma fu costretto di trasportare la sala dalla parte posteriore a quella anteriore della camera del fuoco, di maniera che le tre sale si trovarono situate tra la camera del fuoco e quella del fumo. Nell'operare questo cambiamento si ebbe di mira di diminuire la distanza delle sale estreme e di facilitare così il passaggio delle curve. Fu d'uopo per conseguenza diminuire la lunghezza della camera del fuoco, che si trovava in falso sulla sala posteriore.

Nella maggior parte delle vecchie macchine pei viaggiatori di Sharp Roberts, e nelle macchine moderne per le merci delle strade di Strasburgo e del Nord, i cilindri sono collocati inferiormente alla camera del fumo fra le ruote anteriori. Le aste snodate (*bielles*) articolate coll'asse degli stantuffi comunicano allora il movimento di rotazione all'una delle sale col mezzo di gomiti disposti sulla sala; questi gomiti fanno l'ufficio di manovelle. Se al contrario i cilindri sono collocati lateralmente alla camera del fumo, il movimento è impresso alla sala col mezzo di manovelle disposte alle estremità di una sala retta ed esternamente alle ruote.

Il sistema dei cilindri interni colle sale incurvate è sovente preferito per le macchine delle merci, inquantochè i due punti d'attacco delle aste snodate e delle manovelle trovandosi vicine al centro della sala, le macchine sono più stabili. Ciò nullameno si nota come un inconveniente nei cilindri interni alle ruote, l'impossibilità di aumentare il diametro oltre determinati limiti e l'obbligo di far uso delle sale piegate, la cui costruzione è costosa. Nei primordj delle strade ferrate a grande velocità si usavano le sale piegate anche nelle macchine pei viaggiatori; ma esse si rompevano sovente o cagionavano dei funesti accidenti. Per questi motivi vennero abbandonate. Ma attualmente es-

sendosi perfezionata la fabbricazione, impiegandovi l'acciajo fuso si sono adottate in Germania con successo favorevole.

Le macchine per le merci non hanno tutte i cilindri nell'interno; anzi nelle più potenti, come sono quelle del Semmering, i cilindri sono collocati esternamente. Alcuni ingegneri ciò non pertanto persistono ad escluderli. Alle strade ferrate dell'Est in Francia un gran numero di tali cilindri, benchè eseguiti recentemente, godono della massima riputazione se sono spezzati.

In quasi tutte le macchine pei viaggiatori i cilindri sono all'esterno. Ai cilindri esterni però si attribuisce l'inconveniente di raffreddarsi colla maggior facilità, e di cagionare un movimento ondulatorio nella corsa. Inoltre i cilindri esterni, nel caso che si trovi una sola intelajatura, sono di difficile collocamento; essi non trovansi attaccati che al corpo della macchina ed appoggiano in gran parte in falso; oltre di che vanno situati interamente nella parte anteriore delle ruote, ciò che le aggrava soverchiamente, se le ruote hanno un diametro alquanto grande. Infine si rende difficile la disposizione delle aste snodate allorchè le macchine hanno le ruote accoppiate. Si previene il raffreddamento involgendo il cilindro in sostanze non conduttrici del calore e si toglie il movimento ondulatorio facendo un uso giudizioso di contrappesi. I cilindri esterni hanno sui cilindri interni il vantaggio di essere più facili a visitarsi e ripararsi.

I cilindri sono collocati di fianco al corpo cilindrico della macchina e le manovelle al disopra delle ruote nelle macchine in cui, come quelle di Crampton, la sala motrice è posteriormente alla camera del fuoco. Si adotta questa disposizione onde diminuire la lunghezza delle aste snodate (*bielles*).

In quanto alle cassette mobili (*tiroirs*), la loro disposizione varia all'infinito.

Fintanto che si sono usati esclusivamente i cilindri internamente, la tavola delle cassette venne situata orizzontalmente al di sopra di questi cilindri, ed è perciò che si chiamano cassette orizzontali. Allorchè Stephenson costrusse le sue prime macchine coi cilindri esterni, collocò le cassette verticali nell'interno dei cilindri. Dopo d'allora venne conservata una tale disposizione in quasi tutte le macchine, sia a cilindri interni che esterni; ciò non pertanto alcune volte si fu indotti a inclinare in modi diversi la tavola delle cassette per riguardo all'asse dei cilindri, ed anche a collocarla al disotto degli stessi cilindri. Il signor Buddicom ha costrutto per le strade di Rouen e dell'Havre delle macchine a cilindri esterni, le cui cassette sono situate al disotto dei cilindri, ed il Polonceau ha fatto delle macchine a cilindri interni ove le cassette sono verticali ma collocate all'esterno.

Tutte queste disposizioni hanno dei vantaggi e degli inconvenienti analoghi a quelli dei cilindri. Allorquando si studia l'apparato motore di una locomotiva, ciò che si deve cercare è di facilitare le ispezioni e le riparazioni delle diverse parti che lo compongono, di diminuire la resistenza che soffre il vapore nei condotti di ammissione e di scappamento, di di-

minuire il volume di tali condotti, che è una delle cause di consumo di vapore e di perdita, e di mettere il tutto al coperto dai pericoli continui di degradamento.

Le macchine locomotive costrutte anteriormente al 1837 erano tutte a quattro ruote. Le ragioni che hanno fatto determinare il celebre ingegnere e costruttore di macchine Roberto Stephenson ad aumentare il numero delle ruote sono state indicate da lui stesso in una lettera di cui riproduciamo il seguente estratto:

London and Birmingham railway Office

1.º Luglio 1837.

« Nelle macchine che io considero come le migliori pel trasporto dei viaggiatori a grande velocità, i cilindri hanno 12 pollici di diametro, la corsa dello stantuffo è di 18 pollici. La caldaja è sostenuta da *sei ruote*, quattro delle quali hanno tre piedi e mezzo di diametro, e le altre due 5 piedi. Il peso della macchina è di circa 11 tonnellate, ed il prezzo di 1450 lire sterline (*).

« Una macchina della stessa forza nominale portata da quattro ruote non costerà che 1300 lire sterl., ma la caldaja sarà sensibilmente più piccola, meno solida e molto più soggetta a guastarsi. Il mio scopo principale è quello di ripartire il peso della macchina sopra sei ruote in luogo di quattro e di procurare la maniera di avere una gran caldaja senza aumentare il peso sulle guide. Queste macchine possono rimorchiare 100 tonnellate lorde su di una strada orizzontale colla velocità di 20 miglia all'ora (32 chilometri) ».

Da questa lettera si vede che i costruttori inglesi non hanno già aumentato il numero delle ruote nelle macchine locomotive onde prevenire gli accidenti che potrebbero accadere in caso di rottura di una sala, come hanno preteso alcuni ingegneri.

Il seguente fatto viene in appoggio a questa asserzione. In tutte le macchine a sei ruote costrutte in Inghilterra ed in quelle imitate in Francia sino al momento in cui accadde il terribile disastro dell'8 maggio 1842 (sponda sinistra) il peso era distribuito in maniera tale che il centro di gravità dell'apparato si trovava anteriormente alla sala motrice collocato fra le altre due. Se adunque la sala davanti, situata sotto la camera del fumo, veniva a spezzarsi od a staccarsi compiutamente, la macchina doveva di necessità oscillare sulla sala motrice, ed urtare nel terreno, il tutto come se avesse quattro ruote.

(*) Tutte le macchine che si costruiscono attualmente sono molto più potenti.

Per vero dire se in tali macchine a sei ruote questa sala a manovelle si spezza al luogo della sala anteriore, la caldaja conserva tuttavia il suo equilibrio. Ma allorquando la rottura accade in una macchina a quattro ruote, è rado che la sala piegata, che viene sostenuta ordinariamente in sei od anche in otto punti, si distacchi compiutamente; e siccome la macchina è portata inoltre dal suo tender, in generale non può accadere nulla di grave. Sulla strada da Montpellieri a Cette la rottura di un gran numero di sale incurvate non ha cagionato il più piccolo accidente, quantunque le macchine fossero a quattro ruote.

Dopo l'accidente dell' 8 maggio vennero costrutte molte macchine, nelle quali il centro di gravità si trovava fra la sala motrice e quella posteriore; ma subito dopo si conobbe che una tale disposizione non poteva convenire per le macchine che camminano con velocità moderata ed è pericolosa per le grandi velocità.

Infatti il carico sopportato dalla sala anteriore diventa insufficiente ed i sussulti violenti a cui è sottoposta la fanno uscire dalla rotaja. Si è cercato di ovviare ad un tale inconveniente, costruendo le molle delle ruote posteriori molto rigide; ma questo mezzo non si riconobbe bastante e si è finalmente stabilito di portare il centro di gravità della macchina anteriormente alla sala motrice. Nelle macchine Stephenson il peso è ripartito pressochè egualmente ai due lati della sala motrice.

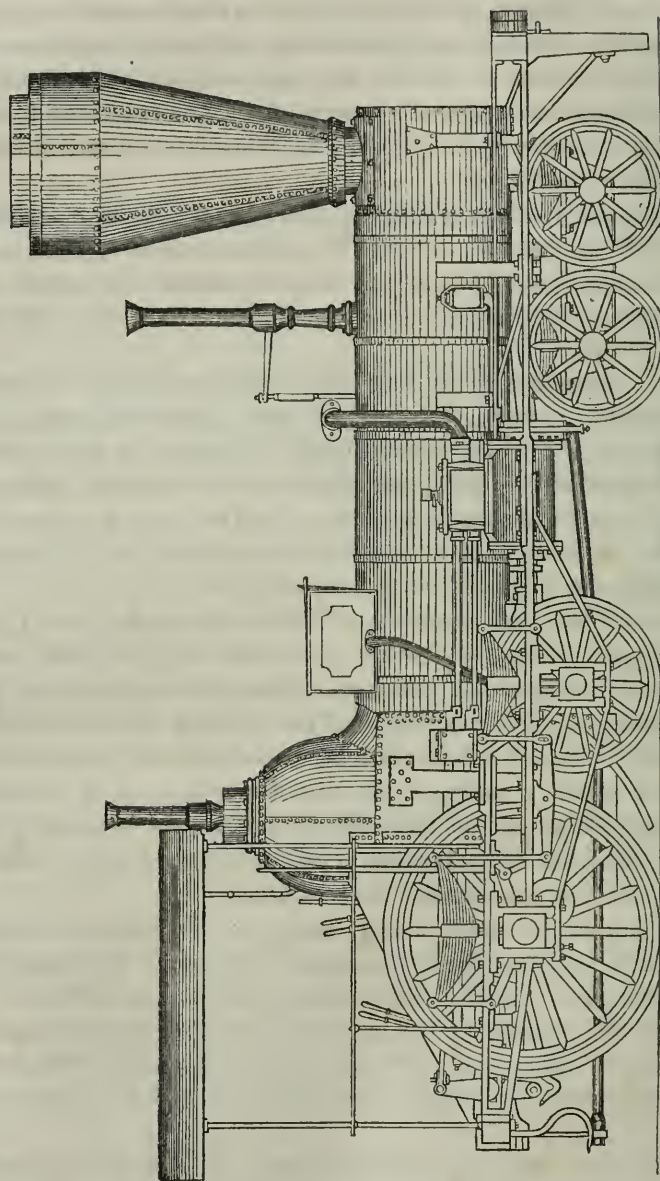
Non vi sono che due posizioni nell'asta snodata (*bielle*), cioè i due punti morti, nei quali l'azione sia diretta nello stesso senso di quello dello stantuffo; da ciò risultano delle pressioni obblique di intensità variabili sugli strisciatori (*glissières*). Nelle macchine a sei ruote l'effetto di tali pressioni obblique è poco sensibile in causa della rigidezza delle molle delle ruote posteriori; al contrario in quelle a quattro ruote, esse danno luogo ad un movimento verticale d'oscillazione intorno alla sala, movimento che non solo è fastidioso per quelli che sono sulla macchina, ma ha inoltre il grave inconveniente di poter cagionare lo sviamento dalle ruotaje.

Questo movimento, che si chiama *galop*, può essere considerevolmente diminuito anche nelle macchine a quattro ruote se si allontanano le sale, trasportando quella motrice posteriormente alla camera del fuoco.

Nelle vecchie macchine a quattro ruote il *galop* è cotanto pronunciato, che una persona la quale abbia l'orecchio esercitato può facilmente, senza punto vedere la macchina, distinguere camminando se essa è a quattro od a sei ruote.

Le macchine a sei ruote (sistema inglese) sono adunque da preferirsi sotto molti rapporti a quelle a quattro ruote. Ma la grande distanza delle sale estreme, che giornalmente si tende ad aumentare, inquantochè si riconobbero i vantaggi delle grandi superficie riscaldate, rende nelle grandi velocità

il loro passaggio difficile ed anche impossibile nelle curve di piccolo raggio ed allorchè esso è al disotto di 500 metri.

Figura 84.

Macchine Americane pei viaggiatori

Agli Stati Uniti e sopra alcune strade ferrate tedesche, ove le curve sono di piccolissimo raggio, si usano delle macchine a sei o ad otto ruote, che

presentano delle disposizioni rimarchevoli. Nelle macchine dette americane a sei ruote, la sala motrice è situata anteriormente o posteriormente alla camera del fuoco, e sostiene la parte posteriore dell'intelajatura e della caldaja col mezzo di molle e delle scatole pel grasso come nelle macchine europee. In quanto alle altre due sale, esse fanno parte di un piccolo carro speciale che sostiene la parte anteriore della macchina. Questo carro può girare indipendentemente dell'intelajatura principale intorno ad un bollone chiamato *caviglia operatrice* (*cheville ouvrière*) assicurata alla caldaja e situata a piccola distanza anteriormente al centro della figura rettangolare formata da due sale.

Da una tale disposizione e dalla limitata distanza delle sale anteriori risulta che tali macchine passeranno senza alcuna difficoltà dalle curve di un raggio molto piccolo meglio che nol possano fare le macchine europee, e che ciò non pertanto esse non sono sottoposte ad uscire dalla ruotaja nella quale vengono conservate dalle quattro ruote anteriori.

Onde evitare i gravi accidenti che potrebbero derivare dalla rottura di una sala anteriore si sospende il telajo dell'avantreno all'intelajatura della macchina col mezzo di catene. La macchina non può uscire immediatamente dalla ruotaja, ed il meccanico può fermarsi in tempo e prima che accada alcun accidente.

Le macchine americane ad otto ruote non diversificano da quelle a sei, se non che il focolajo è compreso fra le due sale accoppiate (*) di maniera che esse sono adattate al servizio delle merci, mentre che le ultime sono destinate al trasporto dei viaggiatori. Le macchine americane passano facilmente dalle curve di piccolo raggio, ma la piccolezza del diametro delle ruote anteriori si oppone ad un cammino rapido. Alcuni ingegneri però che viaggiarono da ultimo in Germania assicurano che con macchine di questa specie, di cui si sono ingrandite le ruote, si raggiunge la velocità da 60 a 65 chilometri all'ora. Il loro principale difetto sarebbe quello di non poter rimorchiare i carichi pesanti malgrado la loro forza, inquantochè le ruote essendo di un diametro diverso, si suppone che non sia possibile di ottenere una grande aderenza. Il problema venne sciolto nelle nuove macchine del Semmering, che verranno qui di seguito descritte, e che sono anch'esse ad otto ruote e qualche volta anche a dodici, comprese quelle del tender che è congiunto alla macchina.

Si assegnano dei grandi diametri alle ruote collocate sulla sala motrice (ruote motrici), e dei diametri più piccoli alle altre ruote in tutte le macchine che sono destinate a correre velocemente, vale a dire in tutte le macchine pei viaggiatori.

(*) Alcune volte le sale accoppiate sono collocate ambedue anteriormente alla camera del fuoco.

Infatti la strada percorsa dalla macchina in un determinato tempo è eguale allo sviluppo del cerchio esterno delle ruote motrici moltiplicato per il numero dei giri che vien fatto da queste ruote nel medesimo tempo.

Se adunque si vuol aumentare la velocità del cammino, è d'uopo di accrescere il numero dei colpi di stantuffo ovvero il diametro delle ruote; ma i pezzi del meccanismo che sono messi in movimento dal vapore non possono oltrepassare un determinato numero di oscillazioni nell' unità di tempo, senza che ne risulti una perdita notevole nell' effetto utile del vapore ed un sollecito degradamento nelle superficie di sfregamento. È d'uopo per conseguenza che le macchine pei viaggiatori abbiano delle grandi ruote motrici. Il diametro di queste ruote varia da $1^{m}68$ a $2^{m}30$, secondo la natura del servizio al quale sono destinate; in Inghilterra però si costruiscono delle macchine che hanno delle ruote col diametro anche di $2^{m}60$.

Il diametro delle ruote nelle macchine per le merci varia da $1^{m}20$ a $1^{m}50$. Per un giro di ruota di una macchina per le merci si percorre adunque uno spazio minore che con una macchina pei viaggiatori.

Due macchine le cui caldaje, cilindri, stantuffi, ecc., siano i medesimi, ma ove le ruote siano nel rapporto di 1 a 2, produrranno durante un giro di ruota il medesimo lavoro meccanico. Questo lavoro per ciascuna macchina è eguale allo sforzo che essa esercita sull'intero convoglio che rimorchia per conservargli la velocità che possiede, moltiplicato per la lunghezza della strada percorsa durante un giro di ruota.

Ma la prima macchina percorrerà durante un tale periodo metà dello spazio che percorrerà il secondo; lo sforzo ch' essa esercita, dovrà quindi essere doppio affinchè il prodotto resti costante.

Questo sforzo di trazione causato dalla pressione del vapore sugli stantuffi è trasmesso mediante le aste snodate e manovelle alle ruote motrici, e tende a farle strisciare sulle guide. Abbiamo già detto che un tale strisciamento è impedito dall'*aderenza* delle ruote motrici, la quale è proporzionale alla pressione che esse esercitano sulla rotaja; è d'uopo adunque che le macchine per le merci abbiano le loro ruote motrici molto più cariche di quelle pei viaggiatori. Onde evitare l'eccesso di sforzo che risulterebbe alla ruotaja da un sopraccarico locale troppo rilevante si fu indotti a rendere motrici uno o due paja di ruote, che nelle macchine pei viaggiatori non servono che a sostenere la parte di peso che non è necessaria per produrre l'aderenza.

A tal effetto si sono munite tali ruote, e le ruote motrici propriamente dette, di manovelle ausiliarie della medesima lunghezza, e vennero riuniti i bottoni di queste manovelle mediante un' asta snodata denominata d'*accoppiamento* o di *connessione*, di maniera che tutto il movimento di rotazione delle ruote motrici è necessariamente riprodotto da quelle che vi sono accoppiate.

Tutte le volte che le ruote anteriori sono accoppiate alle ruote motrici, esse devono avere esattamente il medesimo diametro di quest'ultime. I loro assi si troveranno pertanto in un medesimo piano orizzontale. Se adunque i cilindri sono internamente, gli assi saranno di necessità inclinati all'orizzonte, affinchè l'asse di rotazione dello stantuffo non incontri nel suo movimento la sala anteriore.

Si chiamano macchine miste quelle macchine nelle quali soltanto una parte delle ruote sono accoppiate. Esse convengono specialmente al servizio dei viaggiatori sulle strade molto pendenti, ovvero dei viaggiatori e delle merci riunite per le velocità da 35 a 45 chilometri sulle linee con pendenze medie e limitate.

Nella maggior parte delle macchine Stephenson, destinate pei viaggiatori, le grandi ruote sono situate nel mezzo. Esse trovansi collocate anteriormente ed innanzi alla camera del fuoco in taluna delle macchine di questo costruttore (fig. 93), e posteriormente dopo la camera del fuoco nelle macchine Crampton (figura 94).

Allorchè le ruote sono nel mezzo, ed il centro di gravità si trova al di sopra della sala motrice, accade frequentemente che la macchina ha un equilibrio instabile sopra questa sala. Per tale motivo è più conveniente nelle macchine pei viaggiatori di avvicinarle alle estremità e di collocarle specialmente al di dietro della camera del fuoco, come ha fatto il Crampton.

Noi abbiamo distinte le macchine coll'*intelajatura esterna* e quelle coll'*intelajatura interna*. Il telajo è esterno nelle macchine del tipo Sharp e Roberts. In tal caso le scatole del grasso appoggiano sui fusi esternamente alle ruote, come succede nei vagoni. Il telajo e le scatole del grasso sono interne nelle macchine di vecchia forma, stata adottata dallo Stephenson.

In molte pubblicazioni si sostenne il principio che le macchine col telajo interno sono meno pericolose, nel caso di rottura di una sala, di quelle col telajo esterno; ed ecco il ragionamento che venne fatto per difendere questa tesi. Una macchina locomotiva trovandosi in movimento, le sale sono sottoposte alla rottura per due forze distinte, cioè:

1.° Pel peso della macchina che agisce dall'alto al basso verticalmente.

2.° Per la pressione che ha luogo fra gli orli delle ruote e le guide, allorquando per una causa qualunque la macchina si sposta lateralmente. Questa pressione tende a rovesciare la ruota al di fuori della ruotaja, spezzando la sala nell'interno contro il mozzo.

Allorquando il telajo è all'esterno, il peso della caldaja e del meccanismo tende a produrre lo stesso effetto della pressione laterale; e se la sala si spezza, la rottura ha luogo sempre nell'interno delle ruote contro il mozzo, ed in allora la ruota piega all'esterno sino a che essa va ad incontrare l'intelajatura, contro la quale si appoggia ed abbandona la guida (fig. 85).

Se al contrario il telajo è nell'interno, il peso che preme sul fuso tende a rompere l' orlo della ruota all' esterno della ruotaja, mentre la pressione laterale è diretta a produrre un effetto contrario; questi due sforzi si bilanciano sino ad un determinato punto. La rottura della sala avendo sempre luogo nell'interno del fuso in *a* (fig. 86), il peso della caldaja rovescia la ruota nell' interno, ed essa si piega sino a che l'orlo si appoggia contro la guida, ed in allora in luogo di scostarsi dalla stessa guida, come nel caso dell' intelajatura esterna, essa invece vi si avvicina. Vi è adunque il caso in cui la ruota, benchè si inclini, ciò non ostante non abbandona la ruotaja.

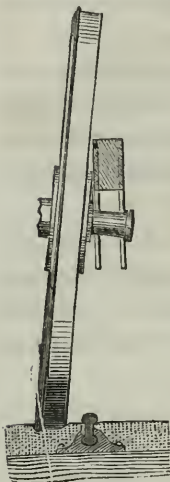
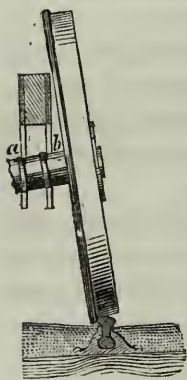



Fig. 85.

Questo raziocinio sarebbe giusto, se nelle macchine col telajo interno la sala si rompesse sempre in *a* al di là del fuso; ma al contrario avviene più frequentemente che la rottura ha luogo in *b* in vicinanza del mozzo. Allora la ruota si stacca interamente gettandosi all'esterno della ruotaja, e la macchina esce dalle guide necessariamente girando sopra sè medesima se è a quattro ruote, od anche a sei ruote, quando la sala che si spezza è l'anteriore. Un accidente di questo genere accadde sulla strada da Londra a Birmingham con una macchina a quattro ruote, e provò il pericolo reale che presentano le macchine col telajo interno, allorquando la rottura avviene in una delle sale.

Fig. 86.

Le macchine avendo il telajo interno, è vero che la ruota abbandona la guida piegandosi; ma siccome questa ruota continua ad essere sostenuta dal telajo durante alcuni momenti, essa gira sulla sabbia e sostiene la macchina molto meglio che non farebbe una ruota di una macchina col telajo interno, la quale si staccherebbe interamente dallo stesso telajo.

Si credette per molto tempo che nell'accidente avvenuto l'8 maggio in Francia, le ruote, o almeno una delle ruote anteriori, essendo caduta in seguito alla rottura delle sale, la macchina fosse stata in bilico. Ma uno studio più accurato dei fatti ha condotto ad ammettere che la macchina realmente non era stata in bilico. Essa uscì soltanto dalla ruotaja, ed assai probabilmente lo sviamento non ne fu la conseguenza, ma bensì la causa di rottura della sala. Uscita la macchina dalle guide, sostenne per qualche tempo e per un cammino di quasi 100 metri le ruote anteriori in parte rovesciate.

Le macchine locomotive col telajo esterno sembrano adunque altrettanto sicure quanto quelle col telajo interno, ed in alcuni casi meno pericolose.

L'applicazione interna del telajo e delle scatole del grasso, ha inoltre l'inconveniente di costringere ad assegnare ai fusi un maggior diametro, che si rende allora necessario per conservare alle sale una bastante robustezza; da cui risulta che la quantità d'attrito è accresciuta notevolmente. Essa aumenta inoltre per la posizione dei cilindri e per la poca giacitura dipendente dalla limitata distanza delle scatole del grasso, e si ha quindi la tendenza della macchina a prendere un movimento ondulatorio (*lacet*). Infine si ristringe lo spazio lasciato alla caldaja ed al meccanismo ed obbliga in tal maniera a diminuire la lunghezza della camera del fuoco e del diametro dei corpi cilindrici e ad addossare l'uno all'altro tutti i pezzi del meccanismo collocati sotto la caldaja.

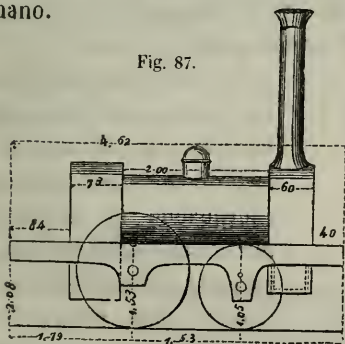
Trovandosi il meccanismo all'esterno, si ispeziona e si mantiene assai più facilmente.

Infine la congiunzione del tender alla macchina diminuisce alquanto il peso passivo e facilita il movimento.

I diversi costruttori inglesi fabbricano ordinariamente dei modelli di macchine loro speciali.

Durante qualche tempo il Bury ha data la preferenza alle macchine a quattro ruote col telajo ed i cilindri interni col focolajo cilindrico in ferro sormontato da una cupola semisferica. Cionnonostante ha finito coll'aggiungere un terzo pajo di ruote alle sue ultime macchine.

Le macchine di questo costruttore si distinguono specialmente per la loro leggerezza. Esse furono impiegate per molti anni sulla strada da Londra a Birmingham. Fecero pure un eccellente servizio sulla ferrovia di San Germano.

Fig. 87.

Fenton-Murray costrusse eziandio delle macchine a quattro ruote rappresentate dalla fig. 87.

Tutti gli altri costruttori inglesi hanno data la preferenza alle macchine a sei ruote col focolajo rettangolare in rame.

I tipi ai quali si sono attaccate la maggior parte delle macchine inglesi, francesi e tedesche attualmente in uso sono quelli di Stephenson, Sharp-Roberts, Crampton ed il tipo americano. Da molte società francesi si raccomanda anche il tipo di Engerth. Questa macchina venne costrutta appositamente per superare le grandi pendenze che si incontrano lungo la ferrovia da Trieste a Vienna, le quali, come abbiamo veduto (pag. 205 vol. I), raggiungono il 25 per mille (1).

(1) Gli studj per la costruzione di questa macchina furono intrapresi nello stabilimento della Società John Cockerill sotto l'inspirazione di Guglielmo Engerth, I. R. Consigliere direttore della

Ma i successi di questa locomotiva sono tali che con qualche piccola modificazione nel suo principio possono procurare motore sommamente forte ed adattato all'esercizio anche delle strade situate in pianura. — Questa macchina ha di nuovo le seguenti tre parti, cioè:

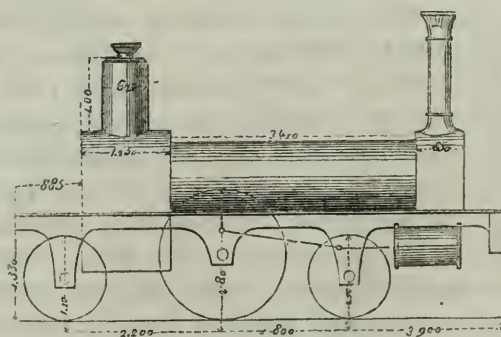
1.° Connessione intima della macchina al tender.

2.° Articolazione delle due parti anteriori al focolajo, locchè permette di portare quest'ultimo sul treno articolato posteriore scaricando di altrettanto il treno anteriore.

3.° Accoppiamento delle sale del treno posteriore con quelle del treno anteriore col mezzo di un triplice ingranaggio. Per conseguenza la possibilità di far servire nell'aderenza tutte le ruote della macchina e del tender.

Abbiamo già detto che nel vecchio modello Stephenson la caldaja è lunga, che le tre sale sono situate fra le due camere del fumo, che era corta la camera del fuoco; e che nelle macchine pei viaggiatori, le ruote motrici si trovano collocate nel mezzo della macchina, ovvero anteriormente alla camera del fuoco. A tutto ciò aggiungeremo che questo modello ha l'intelajatura interna, che le macchine dei viaggiatori sono col cilindro esterno, mentre quelle delle merci lo hanno nell'interno e che le pompe alimentari sono messe in movimento da un' asta snodata che si attacca all'eccentrico del camino posteriore.

Uno dei maggiori difetti di questa macchina è quello di avere il focolajo esiguo, le cui dimensioni si trovano molto ristrette in lunghezza per la sua posizione in falso sulla sala posteriore, ed in larghezza per essere collocata fra le due travi longitudinali del telajo interno. Tale inconveniente si accresce se il combustibile impiegato non è di prima qualità.

Fig. 88.

Le macchine Stephenson non si trovano bastantemente caricate anteriormente specialmente allorquando la cupola è piramidale: infine esse sono soggette a delle oscillazioni laterali molto pericolose.

Il Barrault ha rimediato alla maggior parte di tali difetti sulla strada di Lione adottando l'antico modello

Sezione di meccanica delle strade ferrate dell'Impero Austriaco, e col concorso di Kesler, direttore dello stabilimento di Essligen, e dei suoi ingegneri, avendo ciascuno portato in questo lavoro finale e decisivo il tributo della sua esperienza e dei suoi lumi. (*Vedi il Portafoglio* John Cockerill *dei mesi di Gennajo e Febbrajo* 1857).

di Sharp-Roberts (fig. 88), nel quale esso ha portato la lunghezza dei corpi cilindrici della caldaja a $3^{m}41$. Tuttavia si riprende in queste macchine la piccolezza del diametro della caldaja e quella del diametro delle ruote anteriori. Nelle nuove macchine, del medesimo sistema si aumentò pertanto il diametro della caldaja ed il diametro delle ruote anteriori.

In queste macchine, ed in tutte quelle del sistema Sharp-Roberts, gli assi degli stantuffi delle pompe alimentari si movono nelle stesso tempo di quelli degli stantuffi della macchina ai quali sono collegati mediante traversi. In tal maniera gli eccentrici sono meno tormentati ché nelle macchine Stephenson.

Le cassette (*tiroirs*) nelle macchine Sharp erano dapprima orizzontali e situate superiormente ai cilindri, disposizione che obbligava ad eseguire una trasmissione complicata; ora le cassette sono verticali come in quelle dello Stephenson. Esse sono contenute in una camera a vapore unica formata dalla giusta posizione dei due cilindri. Con un tal mezzo il meccanismo di trasmissione può essere notevolmente semplificato.

Fig. 89.

Fig. 90

Per molto tempo sulla strada nel Nord in Francia vennero impiegate le macchine Stephenson (figura 89); ma queste macchine mancando di stabilità, si è trasportata una sala posteriormente alla camera del fuoco, facendo retrocedere in tal modo la sala delle ruote motrici (fig. 90).

Sulla strada di Strasburgo si continua a servirsi delle vecchie macchine Stephenson, che sono più stabili di quelle del Nord, inquantochè la cupola della camera del fuoco non è piramidale come quelle di quest' ultime e si è diminuito il movimento di oscillazione col mezzo di contrappesi. Le macchine di nuovo costrutte pel servizio dei viaggiatori a media velocità hanno una caldaja più corta e la sala è disposta posteriormente alla camera del fuoco; la lunghezza

della caldaja venne ridotta da 3^m 80 a 3^m 00, ma il numero dei tubi si è portato da 125 a 151.

Nelle macchine per le merci si continua a collocare le tre sale fra le due camere. In tal maniera il peso sostenuto da ciascun pajo di ruote è presso a poco il medesimo, in guisa che la macchina, quantunque pesi 27 tonnellate, non logora notevolmente la rotaja.

Per la strada del Nord si sono costrutte delle macchine molto potenti pel servizio delle merci, (fig. 91) colla sala collocata posteriormente alla camera del fuoco; ma in queste macchine, del peso di 31 tonnellate circa, caricata che sia la sala anteriore essa deve portare il peso di 12 tonnellate, locchè è eccessivo.

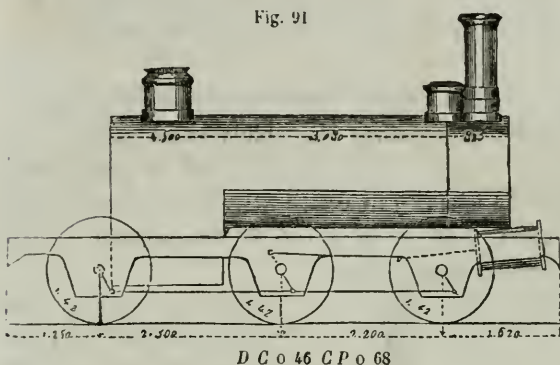



Fig. 91

D C o 46 C P o 68

Sulla strada da Parigi a Rouen ed all' Havre, da Amiens a Boulogne e da Orleans a Bordò, pel servizio dei viaggiatori si usano delle macchine rimarchevoli per la loro leggerezza e per la lodevole ripartizione del loro peso sulle sale.

Queste macchine (figura 92), costrutte sul tipo del Buddicom, hanno un telajo interno per le ruote motrici, ed un telajo esterno per le piccole ruote. Le loro caldaje rassomigliano, nella disposizione, a quelle delle macchine della strada di Lione, ma i tubi vi sono molto più corti. I cilindri si trovano all' esterno ed inclinati, le cassette (*tiroirs*) orizzontali e situate al disopra dei cilindri, ciò che rende alquanto complicata la trasmissione. Le sale sono disposte come nelle macchine di Sharp e Roberts.

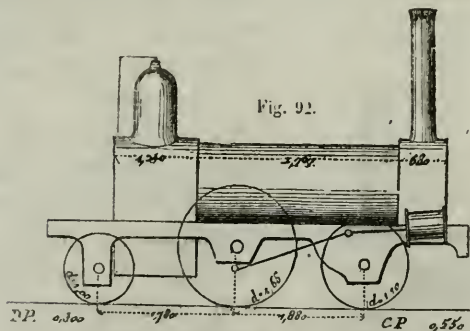



Fig. 92.

Stephenson ha costrutte, secondo le indicazioni di Crampton, delle macchine col doppio telajo; quello interno serve per le ruote motrici, quello esterno per le ruote di sostegno. Le ruote motrici, collocate posteriormente

al focolajo sono accoppiate, col mezzo di aste snodate di connessione, ad un albero piegato che riceve il movimento dagli stantuffi, e sostiene gli eccentrici; i cilindri sono interni. Questo modello non ha trovato sul continente alcun imitatore. I fratelli Sharp dal loro canto hanno costrutte alcune macchine col cilindro esterno. Si vede adunque che le divergenze tendono a scomparire, e che i tipi tracciati finiranno a fondersi in un sistema solo che riunirà insieme i diversi vantaggi di ciascuno.

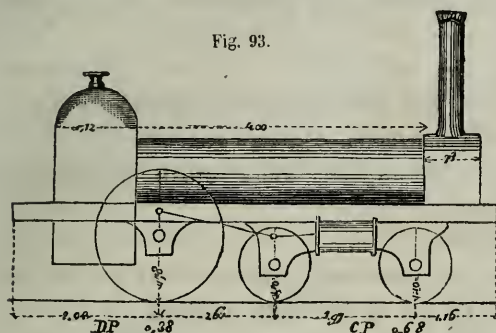
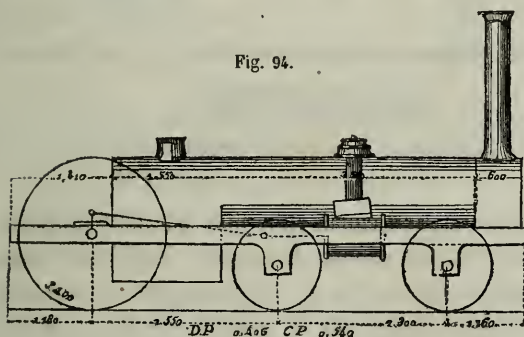
Fig. 93.

La fig. 93 rappresenta una macchina di Stephenson colle grandi ruote, collocate anteriormente alla camera del fuoco.

Fig. 94.

Le macchine del sistema Crampton (fig. 94) hanno le grandi ruote collocate posteriormente, il centro di gravità poco elevato, le sale estreme molto distanti, un focolajo con grandi dimensioni, i cilindri ed il meccanismo nell'interno delle ruote (vedi la figura collocata nel frontispizio di questo volume). Tali macchine hanno per conseguenza una grande stabilità e molta forza e si trovano in condizioni eccellenti per correre velocemente; per tal maniera esse sono impiegate esclusivamente per rimorchiare i treni dei viaggiatori. Queste macchine sono molto pesanti, poichè, caricate, pesano 30 tonnellate e logorano assaissimo la rotaja, sia dipendentemente dalla pressione considerevole che vi si esercita dal carico che esiste sulle ruote anteriori (10 tonnellate), sia in causa della grande distanza delle sale. Le sale intermedie essendo poco caricate, la macchina Crampton può essere paragonata ad una macchina a quattro ruote. Le grandi ruote delle Crampton della strada del Nord in Francia hanno il diametro di 2^m 10; quelle Crampton sulla strada di Strasburgo 2^m 30.

La macchina Crampton costrutta da Kessler che si trovava all'esposizione di Parigi rimorchiava un carico lordo medio di tonn. 62 $^1/_2$, non compreso il peso del tender.

La sua velocità media era di 64 chilometri all'ora ed il consumo del combustibile di chilog. 43 per miglio geografico (ossia 23 chilog. per chilom.).

Colla velocità di 64 chilometri essa traduceva un carico di 73 tonnellate.

Le due ruote motrici avevano $2^{m}\,20$ di diametro, erano in ferro malleato e si trovavano collocate posteriormente alla camera del fuoco.

L'avantreno mobile era situato sopra due paja di ruote di $1^{m}\,25$ di diametro. Il suo movimento si trovava limitato da catene la cui lunghezza si regolava sulle massime curve della strada ferrata. Le sale dell'avantreno erano di acciajo fuso.

La distanza delle sale estreme era di $4^{m}\,50$.

I telaj erano situati esternamente alle ruote motrici. Queste potevano togliersi e rimettersi senza levare la macchina.

I cilindri avevano il diametro di $0^{m}\,43$, ed erano situati in prossimità al centro di gravità della macchina.

La corsa degli stantuffi era di $0^{m}\,57$.

La caldaja era fornita di 214 tubi della lunghezza di $3^{m}\,14$ e di $0^{m}\,051$ di grossezza; la superficie riscaldata era di 90 metri quadrati.

Una piccola macchina a vapore serviva ad alimentare la caldaja allorchè la macchina era fermata.

Il peso della macchina piena d'acqua era di tonn. 29 $^{1}/_{2}$ e si divideva come segue.

Sulla sala motrice	tonn.	13 $^{1}/_{2}$
Sull'avantreno	»	16

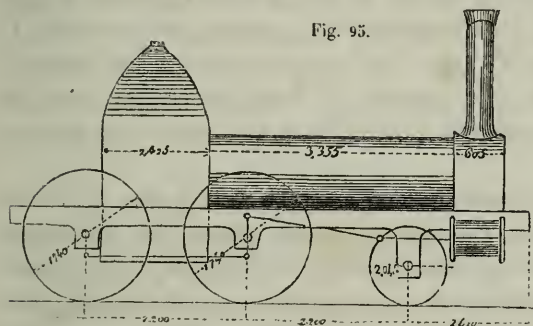
Queste 16 tonn. erano ripartite in parti eguali sulle due sale dell'avantreno.

L'esperienza fatta sulle macchine del sistema Crampton impiegate lungo la strada ferrata del Nord, dice il Lechatelier (*) ha dimostrato che queste macchine, sia per la poca elevazione del centro di gravità, sia per la grande distanza dei sostegni estremi, e per la lodevole ripartizione del carico, recano un servizio molto utile anche nella circostanze di accidenti inevitabili nell' esercizio delle strade ferrate, come sono lo sviamento dalla rotaja, gli urti, ecc. ecc. In molte circostanze nelle quali le altre macchine si sarebbero rovesciate sui fianchi, queste invece rimasero ferme sulle guide, oppure sulla rotaja od anche sulla scarpa della strada in elevazione, e poterono fornire lo spazio necessario per estinguere la forza viva di cui era animato il convoglio. Da ciò deriva, soggiunge il Lechatelier, che secondo il mio parere i costruttori dovrebbero procurare di abbassare il centro di gravità; e per questo motivo specialmente si dovrebbe proscrivere l' uso dei cilindri interni e delle sale piegate nelle macchine a grande velocità.

(*) Strade ferrate d' Inghilterra nel 1851.

Tuttavia alcuni ingegneri molto pratici, quali sono il Buddicom ed il Polonceau, continuano ad usare a preferenza delle macchine Crampton pei treni a grande velocità, delle macchine di antico sistema che si avvicinano molto al tipo rappresentato dalla fig. 92. Secondo i nominati ingegneri hanno queste macchine una stabilità molto soddisfacente, e non presentano, come le macchine Crampton, una rigidezza che è nocevole al cammino. Le macchine della strada di Rouen con una tenue forza fanno un servizio con treni molto carichi, e corrono assai facilmente con una grande velocità. Per un medesimo servizio esse impiegano una forza minore e sono per conseguenza più economiche che le macchine Crampton (*).

In molte strade ferrate si fa un grand'uso delle macchine col sistema Stephenson e di quello del Sharp con due paja di ruote accoppiate. Esse servono a rimorchiare con una media velocità i treni dei viaggiatori molto carichi, ovvero dei treni misti, vale a dire dei treni composti in parte da vetture di viaggiatori ed in parte da vagoni per le merci.

Fig. 95.

La fig. 95 rappresenta il modello delle macchine miste della strada del Nord in Francia; la figura 96 le macchine miste della strada di Strasburgo, ed infine la fig. 97 le macchine miste della strada di Lione.

Si nota che nel modello del Nord ed in quello di Strasburgo le ruote accoppiate sono posteriormente, e che in quello di Lione esse sono anteriormente. Nel primo caso, si trovano meno caricate e ciò è un difetto; nel secondo caso, essendo le grandi ruote anteriormente si dubita da qualche ingegnere che vi sia una maggior facilità allo sviamento dalle guide.

Fig. 96.

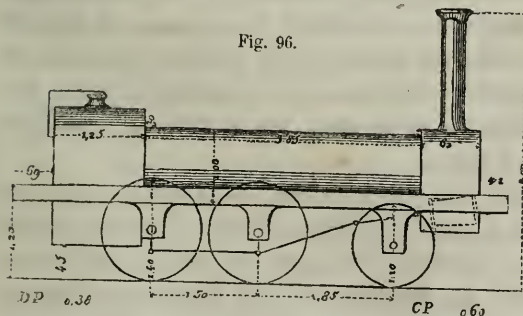
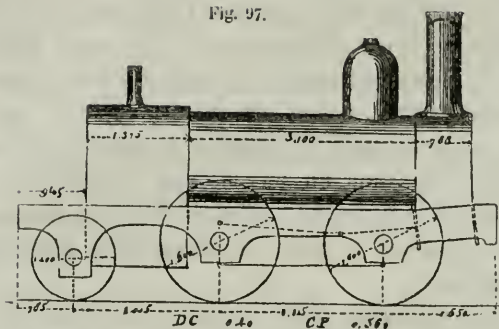
Il Polonceau, ingegnere in capo del movimento della strada d'Orleans, ha fatto costruire, soltanto per il servizio delle merci, delle

(*) Ad onta però di questa opinione dalla maggior parte degli ingegneri si trova di dover dare la preferenza alle macchine Crampton pel servizio dei treni che corrono a grande velocità.

Fig. 97.

macchine a quattro ruote accoppiate. Queste macchine, che sono rimarchevoli per molti rapporti, hanno le ruote posteriori accoppiate, il telajo all'esterno, i cilindri interni, e le cassette (*tiroirs*) esterne. Le manovelle d'accoppiamento si trovano congiunte all'estremità delle sale ed esternamente ai fusi; le tre sale sono situate inferiormente ai corpi cilindrici della caldaja. Il Polonceau ottenne una superficie di riscaldamento molto grande, aumentando il diametro della caldaja e la larghezza della camera del fuoco, e per conseguenza senza allungare fuori di misura la sua macchina. Inoltre le parti più delicate sono all'esterno e perfettamente alla portata del meccanico. Le ruote trovansi poco discoste (3^m 125) e le sale convenientemente caricate.

Fra le macchine presentate all'esposizione di Parigi ve ne era pure una di questo costruttore, nella quale egli ha introdotto dei notevoli perfezionamenti.

Nella costruzione di una tale locomotiva il Polonceau ebbe di mira di ottenere una grande superficie riscaldata, ripartendo il carico presso che uniformente sulle tre sale nello stesso modo che venne praticato da Engerth e da Creusot. Veramente la superficie riscaldata della sua macchina non ha che 134 metri quad., di cui 8 metri circa per irradiazione; ma i tubi essendo più corti nella macchina Polonceau che in quella dell' Engerth (4^m di lunghezza in luogo di 4^m75), una determinata superficie tubulare della macchina Polonceau produrrà più vapore che la superficie tubulare corrispondente della macchina Engerth, e l'altezza del cammino nella macchina Polonceau (1^m80) essendo superiore a quella della macchina Creusot, si può attivare l'aspirazione in maniera che la produzione del vapore nelle due macchine non differisca sensibilmente malgrado la diversità nella superficie riscaldata. Ciò è quanto lo stesso Polonceau ha cercato di dimostrare appoggiandosi ad alcuni fatti esaminati lungo la strada da Orleans a Bordò.

La macchina Polonceau è più leggera di quella di Creusot. Essa non pesa che tonn. 30, 93 caricata d'acqua e di coke, mentre l' ultima indicata pesa 36 tonn. (non compreso il tender). Nelle due macchine si utilizza l'aderenza prodotta dal peso totale. Se adunque le due macchine sviluppassero la medesima forza, la macchina Polonceau mancherebbe di aderenza, ovvero quella di Creusot ne avrebbe in eccesso.

La macchina Polonceau, destinata al servizio delle merci, che si vedeva all'esposizione di Parigi, si distingueva pei seguenti vantaggi, cioè:

1. Facile accesso a tutti i pezzi del meccanismo per visitarli, pulirli e conservarli;

2. Aumento della superficie di sfregamento, ottenuto in conseguenza dello spazio riservato a ciascun pezzo; e quindi diminuito il consumo.

3. Abbassamento del centro di gravità della caldaja ed allungamento del camino.

4. Diminuzione delle spese di manutenzione e di riparazione.

Il Perdonnet nel suo *Trattato elementare delle strade ferrate* ne ha data la seguente descrizione.

« I cilindri sono assicurati fra loro nel modo più invariabile, ciò che guarentisce il parallelismo degli assi e dà loro una grande stabilità; essi sono inoltre collegati con bottoni alle piastre anteriori e posteriori della camera del fumo; sono collegati ai due telaj dalle larghe superficie delle cassette (*tiroirs*) ed adattati in una forcella formata nella parte anteriore di questi telaj. Infine trovansi montati sulla piastra che serve di inviluppo della camera del fumo. Le travi longitudinali e le piastre verticali sono collegate invariabilmente: 1. dal prolungamento di questa sino all'intelajatura; 2. da una piastra di ferro orizzontale sotto i cilindri; 3. da piastre orizzontali al disopra dell'intelajatura; 4. infine dai cilindri stessi.

« Qualunque movimento dei cilindri non che dell'intelajatura per rapporto ai cilindri, è adunque impossibile; di più i cilindri stessi chiudendo il fondo della camera del fumo, sono meno esposti al raffreddamento ed evitano la sostituzione frequente del fondo di questa camera che impegna in una grave riparazione. I telaj sono a dilatazione libera.

« Il sistema di applicazione delle piastre di guardia dà una grande solidità all' intelajatura e lascia luogo a togliere con somma facilità le scatole del grasso. Le barre di distanza delle piastre di guardia non vanno che da una piastra all'altra, e vi sono inchiodate.

« La colisse è rovesciata ed a sospensione.

« Il chiudimento con cunei di grande larghezza non produce il logoramento delle superficie e la rottura dei cuscinetti, ed esige un piccolo spazio pel passaggio al disopra ed al disotto delle aste snodate.

« I robinetti sono del sistema dei coni otturatori.

« La pressione è di 8 atmosfere; ciò che permette di poter sviluppare una gran forza con delle macchine leggeri.

« Un paravento collocato in alto del camino è destinato ad impedire l'accorciamento della colonna d'aria calda all' uscita del camino, in conseguenza dell' inflessione brusca che le fa prendere la velocità del cammino. Tale paravento non solo impedisce l'effetto nocevole che abbiamo indicato,

ma eziandio produce un richiamo per lo spostamento dell' aria che gli va incontro. Il suo effetto sull'aspirazione è assai sensibile.

« Cinque di tali macchine, costrutte nel 1850, hanno percorso insieme 673 000 chilometri, e costarono per un medio per la manutenzione e riparazione fr. 0, 96 per chilometro.

Queste macchine hanno le seguenti dimensioni principali.

Superficie riscaldata del focolajo		met. q.	7, 914
» dei tubi		»	126, 225
		Totale m. q.	134, 139
Superficie del graticcio		m. q.	1, 210
Cilindri	Diametro	»	0, 420
	Corsa	»	0, 650
Ruote, diametro		»	1, 370
Volume d'acqua nella caldaja		»	3, 420
Volume del vapore		»	1, 530
Volume generato per ogni colpo di stantuffo		»	0, 001
Camino	Altezza	»	1, 800
	Diametro	»	0, 420
Peso della macchina vuota		»	26, 385
Simile caricata d'acqua e di coke		»	30, 933
Carico sulle rotaje, che venne riconosciuto colla bilancia	Anteriormente	»	10, 184
	Nel mezzo	»	10, 162
	Posteriormente	»	10, 184

La macchina pei viaggiatori del Polonceau si accosta al tipo Buddicom. In quella che si trovava all'esposizione di Parigi, i cilindri erano collocati orizzontalmente per evitare l' effetto del traballamento che producono i cilindri inclinati, e le cassette erano verticali onde potervi applicare il moto diretto dalla colisse di distribuzione.

I cilindri congiunti ai due telaj in conseguenza della distanza della doppia attaccatura, presentano una grande stabilità e possono eziandio levarsi altrettanto facilmente come quelli di una macchina a cilindri esterni.

Il movimento della distribuzione che si eseguiva colla colisse rovesciata presentava una maggior regolarità e permetteva di poter giungere ad una maggiore tensione e ad una migliore distribuzione di quello che si ottiene colla colisse la cui concavità è rivolta verso gli eccentrici. L'asse della colisse trattenuto tra due guide fisse, non ha che un movimento orizzontale che distrugge le perturbazioni.

Riferibilmente alla caldaja, il cerchio del corpo cilindrico è di un diametro più piccolo di quello dell'involucro del focolajo, onde evitare le grossezze della lamina, che sono del tutto inutili.

I robinetti e le altre parti secondarie della macchina sono simili a quelle per le merci.

Il consumo in combustibile è di chilogrammi 5, 30 per chilometro con treni il cui carico medio è di 70 tonnellate. Esso è il risultato di un cammino di chilom. 16600. La indicata quantità abbraccia tutto il coke impiegato per l'accensione e quello consumato per le fermate di un servizio ordinario.

Tali macchine sono scevre da ogni movimento ondulatorio anche nel caso che la velocità raggiunga gli 80 chilometri all'ora.

La velocità media dei treni-omnibus fra le stazioni, fu all'ora di chilometri . . . . 45 —

Quella dei treni espressi di . . . . 60 —

Le dimensioni principali di queste macchine sono le seguenti, cioè:

		m.	
Lunghezza del focolajo		1, 10	
Larghezza del focolajo		1, 00	
Superficie del graticcio		1, 10	
Altezza del coperto del focolajo sup. al graticcio		1, 265	
Diametro interno del corpo cilindrico		1, 150	
Numero dei tubi		0, 182	
Lunghezza dei tubi		3, 325	
Diametro interno		0, 038	
Superficie riscaldata direttamente dal focolajo		5, 788	87, 488
» dei tubi		81, 700	
Pressione assoluta nella caldaja, atmosfere		8	
Diametro dei cilindri		0, 400	
Corsa degli stantuffi		0, 600	
Diametro delle ruote	Sala anteriore	1, 247	
	» motrice	2, 027	
	» posteriore	1, 247	
Distanza degli assi fra la sala anteriore e quella motrice		1, 940	
Limite tra la motrice e la sala posteriore		2, 380	
Limite tra le sale estreme		4, 320	
Lunghezza totale da repulsore a repulsore		7, 085	
Volume d'acqua nella caldaja		2, 425	
Volume del vapore		1, 043	
Peso della macchina vuota		21, 831	
Limite con 150 millimetri d'acqua superiormente al coperto		25, 110	

Ripartizione del peso della macchina sulle rotaje con 150 per 100 d'acqua al disopra del coperto del focolajo.

Sala anteriore	Chilog.	9,090
» motrice	»	12,530
» posteriore	»	2,490

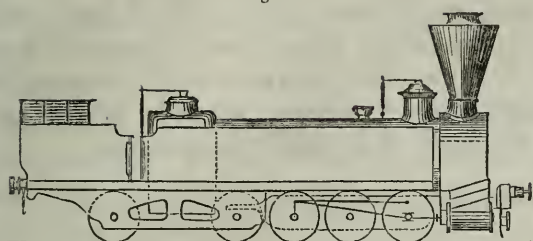
La Società dell'Ovest impiega sulla strada d'Auteuil una macchina-tender di un modello particolare che stiamo per descrivere. Questa strada presenta un gran numero di pendenze inclinate il 10 per mille e delle curve di 250^{m} di raggio; le macchine destinate al servizio oltre di essere molto forti devono poter girare facilmente. Le partenze essendo frequenti, le stazioni numerose e poco discoste le une dalle altre, le macchine devono eziandio essere disposte in modo che si possa fermarle in uno spazio molto breve. Queste diverse condizioni furono perfettamente soddisfatte dall'ingegnere Rhoué che ne ha compilato il progetto.

La macchina ha il suo tender; e la caldaja essendo piena d' acqua ed il tender caricato, si ha il peso di 32 tonnellate. La caldaja ed il tender sono unite invariabilmente e sono portate da sei ruote, quattro delle quali si trovano sotto la caldaja. Queste quattro ruote soltanto sono accoppiate. Le sale estreme si trovano poco distanti. Il freno agisce nello stesso tempo sulle due ruote posteriori della macchina propriamente detta e sulle due ruote che portano il tender. La pressione sulla scarpa si effettua col mezzo di due stantuffi del diametro di 35 centimetri, aventi una piccola corsa. Il vapore è introdotto nei cilindri che contengono questi due stantuffi col mezzo di un tubetto (*manette*) orizzontale che fa scorrere una scatola. Lo stesso tubetto serve a condurre il vapore nel tender, allorquando la macchina è fermata.

Un altro tubetto (*manette*) simile, situato simmetricamente dall' altro canto della caldaja, serve ad introdurre il vapore nei due cilindri, i cui stantuffi comunicano il movimento alle trombe alimentari; questa macchina di sussidio che fa soltanto camminare le trombe è della forza di due cavalli. Infine vi sono superiormente alla caldaja due fischietti. L' uno di essi ha un suono grave, e l'altro acuto: in tal modo essi servono a dare dei segnali diversi.

Il freno a vapore è molto potente, ma non lo si può far agire che nel caso che vi sia del vapore nella macchina. È vero che ad eccezione della circostanza in cui la macchina discende per il suo proprio peso dalle forti pendenze non è d'uopo di farne uso.

Non esiste fin quì alcuna macchina Engerth sulle strade francesi, ma le società dell' Est, di Lione, del Nord e del Mezzodì ne hanno commesso un determinato numero pel servizio delle merci.

Fig. 98.

La macchina del Semmering (fig. 98) si compone della macchina propriamente detta e del suo tender che vi è congiunto invariabilmente.

Il carro è a sei ruote e porta oltre i cilindri del vapore tutto il meccanismo, la caldaja e due serbatoj d'acqua. Il tender si prolunga sotto una porzione della caldaja e sostiene la camera del fumo; su di esso trovansi le casse del combustibile e la piattaforma del macchinista. I due carri sono robustamente collegati da una solida incrociatura e da alcune caviglie coniche disposte in modo che i carri possano ripiegarsi fra loro in ogni senso, tanto verticale quanto orizzontale, e prestarsi facilmente alle flessioni della strada di piccolissimo raggio. Il diametro delle ruote è di metri 1, 106, quello dei cilindri del vapore è di 0^m 475, e la corsa degli stantuffi di 0^m 6096.

La superficie totale interna di riscaldamento della caldaja tubulare e del focolajo, è di	met. quad.	7 —
e quella dei 189 tubi, lunghi 4^m 75, del diametro di 0^m 053, di	»	132. 80
Totale	Met. quad.	139. 80

La superficie esteriore di riscaldamento, come viene comunemente calcolata, è di metri quadrati 155.

I due serbatoj d'acqua collocati ai due lati della caldaja cilindrica hanno la capacità di metri cubici 6. 30, e le casse per la legna necessaria allo scaldamento collocate posteriormente sul tender possono contenere metri cubici 3. 15.

Il peso complessivo della locomotiva carica d'acqua e di legna è di 56 tonnellate e 112 chilogr., ripartito come segue sulle tre sale della locomotiva e sulle due sale del tender.

Sulla sala anteriore della macchina . .	Chilog.	13 748
Sulla seconda sala	»	12 488
Sulla terza sala	»	13 074
Sulla sala anteriore del tender . . .	»	8 121
Sulla sala posteriore del tender . . .	»	8 681

Le prescrizioni del Ministero dei lavori pubblici in Vienna erano che le macchine in tempi favorevoli e sulle guide secche traducessero un peso lordo

di 112 tonnellate colla velocità media di 15 172 metri all'ora (due leghe austriache), non consumando per ogni ora che metri cubici 4, 60 di legna dolce.

L'esercizio della ferrovia del Semmering cominciò nel dicembre 1853 pel trasporto delle merci, ed il 17 luglio 1854 pel trasporto dei passaggeri. Dal gran numero di viaggi eseguiti dappoi è risultato che colla velocità prescritta, la quale sovente fu sorpassata, le locomotive trasportarono

Sotto le pioggie e con forti venti o con bufere di neve	Tonn.	112
In tempi mediocri	»	140
In tempi sereni	»	168

e sempre di peso brutto, da Payerbach al Semmering con una pressione sulla caldaja di poco più di 7 chilog. per centimetro quadrato, e col consumo di met. cub. 3, 40 di legna per ora.

Lungo la tratta di strada ferrata da Payerbach al Semmering, dove le pendenze sono mediamente dell'8, 55 per mille, queste locomotive rimorchiano 420 tonnellate di peso brutto, colla velocità predetta di metri 15, 172 all'ora.

Disposto il macchinismo della locomotiva in giusto rapporto colle esigenze della strada, bisognava produrre un peso tale da ottenere l'aderenza. Per consiglio del signor Engerth si provò ad accoppiare tutte le ruote di una locomotiva mediante ruote dentate. Queste consistono in dischi di ferro battuto con inseriti denti d'acciajo fuso, formati in pezzi di sei denti per cadauno. La solidità di questi denti è tale che ognuno può sostenere una pressione di chilogr. 22 400. Il punto di collegamento del tender corrisponde precisamente al disopra del punto in cui le ruote sulla sala sono ingranate, e quando cessa il bisogno delle ruote dentate si possono disgiungere facendole scorrere lateralmente.

Per queste disposizioni i tre centri delle ruote dentate rimangono costantemente situati in una stessa linea retta; perciò il movimento orizzontale delle sale l'una verso l'altra, non eccede mai i due gradi. Si comprende che questo sistema di accoppiamento delle ruote deve corrispondere allo scopo che si era proposto.

L'ungimento delle ruote dentate è praticato in un modo semplicissimo ma altrettanto efficace. Per preservarle dalla polvere e dalla sabbia, queste ruote sono chiuse in dischi di lamiera e sul basso del cerchio contengono un miscuglio di materie saponacee e d'olio molto fluido nel quale trascorrono i denti nel movimento di rotazione. Inoltre si fa colare dell'olio sulla ruota di mezzo in ragione da 60 a 80 goccie per minuto.

La locomotiva cammina senza rumore e non si ode nulla dello scontro dei denti che si ingranano. Sulle pendenze della strada e nelle curve non si risente urto, o il più leggero sfregamento. Il sistema d'accoppiamento

ha considerevolmente aumentato lo sforzo della locomotiva, e di sovente vengono trasportate da Payerbach al Semmering 185 tonnellate e da Mürzzuschlag al Semmering tonnellate 267, colla velocità di metri 15, 172 all'ora (*).

All'esposizione di Parigi si vedevano molte macchine Engerth, con e senza ingranaggi. Quelle che uscivano dalle officine di Cockerill nel Belgio avevano un ingranaggio che metteva in relazione la prima sala del tender soltanto coll'ultima della macchina, ed invece le macchine Engerth costrutte a Creusot, sprovvedute di ingranaggi, furono soltanto combinate in modo da riportare il carico di una macchina pesante e potente e del suo tender sopra tre sale pressochè uniformemente.

Adottando l'ingranaggio, si aumenta l'aderenza in maniera che si potrebbe approfittare della somma facilità che dà la disposizione Engerth per aumentare la superficie di riscaldamento e per conseguenza la forza della macchina sino al massimo limite. Laonde nelle macchine di Seraing la superficie riscaldata per irradiazione è circa met. quad. 10, 50, mentre essa non può oltrepassare gli otto metri nelle macchine del sistema Polonceau, e la superficie totale è di 212 metri quad.

Le macchine ad ingranaggio sono adunque adattate a rimorchiare enormi pesi sopra limitate pendenze, ovvero ad ascendere le forti pendenze con un peso moderato, ed hanno il vantaggio di transitare dalle curve di piccolo raggio. L'accrescimento dell'aderenza per l'accoppiamento del tender è specialmente necessario sui tratti di strada molto pendenti, non solo perchè su di essi la resistenza vi è considerevole, ma eziandio perchè l'aderenza prodotta dal peso della macchina, in tal caso, non è più che quella della componente di questo peso perpendicolare al piano inclinato, componente che è sensibilmente inferiore al peso sulle salite del 2, 50 al 3 per cento.

Nelle macchine Engerth senza ingranaggi si aumenterebbero inutilmente le dimensioni della macchina adottando delle superficie di riscaldamento eguali a quella delle macchine di Seraing. L'aderenza sarebbe insufficiente per permettere l'impiego della forza sviluppata. Così la superficie riscaldata delle macchine di Creusot non è che di 161 met. quad., di cui 9, 75 per irradiazione; ma questa superficie è ancora più grande di quella delle vecchie macchine per le merci, e furono date queste dimensioni senza sopraccaricare le sale della macchina, trasportando una parte del peso del focolajo sul tender.

Nel modello di Creusot presentato all'esposizione, la macchina propriamente detta è portata da quattro paja di ruote unite con aste snodate, ed

(*) Vedi l'opera *Die Locomotive der Staats-Eisenbahn über den Semmering von W. Engerth.* Vienna.

il focolajo, collocato posteriormente all'ultimo pajo di ruote, appoggia in parte sopra il tender. Quest'ultimo è sostenuto da due paja di ruote. Un apparato di rotazione a caviglia simile a quello delle macchine è situato fra il primo pajo di ruote del tender e l'ultimo della macchina. L'ingranaggio è soppresso. Il peso totale aderente è di 46 tonnellate, le ruote hanno $1^m 25$ di diametro e la distanza delle sale estreme della macchina non oltrepassa i $3^m 95$. Nella costruzione di questa locomotiva si è cercato di risolvere il problema di avere una macchina nello stesso tempo potente ed aderente.

Nelle macchine Engerth costrutte da Creusot le casse dell'acqua poste lateralmente al corpo cilindrico della caldaja sono state soppresse, ed invece la provvista dell'acqua venne collocata sul tender, il quale ha tre sale, sostenute le due prime dal focolajo. — Le dimensioni di questa macchina sono le seguenti.

			m.
Diametro dei cilindri			0,480
Corsa degli stantuffi			0,640
Diametro delle ruote motrici			1,300
Distanza delle sale estreme sotto la macchina			2,780
Distanza delle sale estreme sotto il tender			4,000
Distanza dalla prima sala della macchina all'ultima del tender			8,070
Carico sulle sale motrici	anteriormente	tonnellate	12,000
	nel mezzo	»	12,000
	posteriormente	»	12,000
Carico totale per l'aderenza		»	36,000
Carico totale sulle sale del tender		»	26,100
Peso totale della macchina in servizio		tonnellate	62,100
Numero dei tubi		»	20,3
Lunghezza dei tubi		metri	4,75
Diametro esterno		»	0,055
Superficie riscaldata	dei tubi	»	151,380
	del focolajo	»	9,750
Totale		metri quadrati	161,130
Capacità del tender	acqua	litri	6,800
	coke	chilog.	1,500
Tensione assoluta del vapore		atmosfere	8

Nella macchina Engerth con ingranaggio di Seraing il tender ha sei ruote, e soltanto la sala anteriore è accoppiata mediante un ingranaggio alla sala posteriore della macchina, sala che è resa solidaria colle anteriori mediante un sistema di aste snodate. La graticciata è a bastoncini (*échelon*) se-

condo il sistema Chobrzynsky e Marsillon che è adattata alla combustione del carbon fossile in natura. Il carico tradotto è di 450 tonnellate di peso utile.

Le dimensioni principali di questa macchina sono le seguenti.

Diametro dei cilindri		met.	0, 500
Corsa degli stantuffi		»	0, 660
Diametro delle quattro paja di ruote motrici		»	1, 258
Distanza estrema delle tre prime sale		»	2, 600
Distanza delle tre sale del tender		»	3, 445
Distanza dalla 3.ª alla 4.ª sala		»	1, 325
Distanza totale dalla sala d'avanti a quella di dietro		»	7, 370
Capacità del tender	Acqua	met. cub.	8, 06
	Coke	»	5, —
Peso della macchina vuota		tonn.	50, —
» a carico completo		»	64, —
Numero dei tubi		n.	234
Diametro esterno dei tubi		met.	0, 055
Lunghezza dei tubi		»	5, 000
Superficie riscaldata	dei tubi	met. q.	202, 00
	del focolajo	»	10, 44
		Totale m. q.	212, 44
Tensione assoluta del vapore		atmosfere	7

In un viaggio di prova di questa macchina da Parigi a Pontoise sulla lunghezza di Chilom. 28, vi si impiegò 1 ora e 5 minuti nell'andata ed 1 ora e 2 minuti nel ritorno, rimorchiando 46 vagoni di carbon fossile e di coke del peso lordo di 670 tonnellate, ed un peso morto di 482 tonn. La velocità si aumentava oltre i 25 chilometri all'ora, ascendendo la pendenza del 4 per mille.

Le molle, gli assi degli stantuffi, le ruote d'ingranaggio, gli strisciatori a sostegno del focolajo sotto il telajo del tender, gli assi d'accoppiamento del treno mobile, i bottoni e le contromanovelle delle ruote motrici sono in acciajo fuso. I pezzi del meccanismo di distribuzione, gli strisciatori degli stantuffi, le aste snodate ed i cerchi delle ruote sono in acciajo levigato. Le scatole del grasso e tutte le parti sfreganti che non sono in acciajo trovansi temprate a fasci.

Nelle macchine commesse per la strada dell' Est in Francia col sistema Engerth venne alquanto modificata la disposizione delle macchine del Sem-

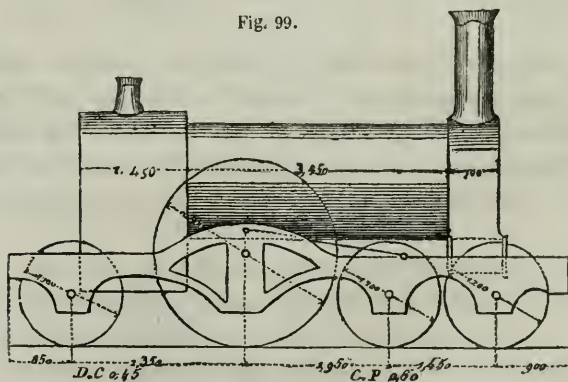
mering. Laonde in queste macchine il numero delle ruote sarà di dodici in luogo di dieci, cioè sei per la macchina e sei pel tender. Si è aumentato il diametro delle ruote per accrescere la velocità (1^m 28 in luogo di 1^m 16) Inoltre tutte le ruote non sono di egual diametro come al Semmering. Le due ultime coppie posteriormente al tender sono più piccole. Si suppone che si otterrà una bastante aderenza accoppiando le sei ruote della macchina e collegandole con un ingranaggio colle prime ruote del tender. Queste modificazioni furono motivate dalla natura del servizio sulle linee francesi, ove si esige una maggior velocità su di un profilo meno accidentato.

Anche la strada del Nord in Francia fa costruire delle macchine miste col sistema Engerth.

Esse avranno quattro paja di ruote. Le due paja della macchina propriamente detta avranno metri 1, 74 di diametro; le stesse ruote si troveranno accoppiate. Le due altre paja di ruote, quelle del tender propriamente detto, avranno il diametro ordinario delle ruote del tender e non saranno accoppiate. Ciascun pajo di ruote accoppiate porterà 11 tonnellate. L'aderenza totale sarà adunque di 22 tonnellate. La macchina peserà in tutto 38 tonnellate. La caviglia sarà situata fra il secondo pajo di ruote della macchina ed il primo del tender. I cilindri saranno interni con una sala piegata di acciajo fuso. Si è ritenuto di dover abbandonare i cilindri esterni; la macchina si sarebbe troppo caricata sul davanti, e l'Amministrazione della strada del Nord ha ammesso il principio di non voler caricare le ruote della macchina più di 11 tonnellate, nel punto di vista della conservazione della ruotaja.

Il Crampton per diminuire il peso della sua macchina, che è considerevole avuto riguardo al carico limitato che rimorchia, ha proposto di riunirla al tender, aggiungendovi un pajo di ruote.

Fig. 99.

All'esposizione universale di Londra si osservavano molte macchine col sistema Crampton, fra le quali è d'uopo citarne due che meritano una particolare menzione.

La *Lord-of-Isles* (fig. 99), macchina pei treni espressi della Great-Western railway, strada a larga rotaja che ferma l'attenzione per le sue dimensioni straordinarie. Questa macchina è portata da quattro sale, due delle quali sono

anteriormente a quella motrice, e le altre quattro posteriormente alla camera del fuoco.

La *Liverpool* (fig. 100), costrutta dal Bury, che non differiscc] dalle macchine per gli espressi della strada del Nord se non se per le dimensioni colossali

Fig. 100.

delle superficie di riscaldamento e pel numero delle ruote. Per vero dire, essa non presenta altro interesse, tranne quello che si connette alla lotta che vi è fra la rotaja larga e quella stretta. È una macchina ove la superficie riscaidata è ancora maggiore di quella della *Lord-of-Isles,* quantunque sia destinata per la strada da Londra a Birmingham, ove la rotaja è stretta.

La fig. 101 rappresenta il modello di una macchina-tender di grande dimensione, adottata sulla strada del mezzodì della Francia. Questa macchina però è alquanto pesante e troppo caricata posteriormente. Le macchine-tender di piccole dimensioni sono impiegate vantaggiosamente sulle strade ove le partenze hanno luogo frequentemente con carichi limitati, come sarebbe alla strada di S. Germano. Si impiegano eziandio assai utilmente nel servizio interno delle stazioni.

Fig. 101.

Le macchine che servono all'esercizio del piano inclinato dei Giovi, lungo la strada da Torino a Genova, sono a quattro ruote, denominate *macchine tender,* le quali per lo più vengono accoppiate a due a due per la parte posteriore, cioè l'una dietro l'altra. Esse coll'acqua e col combustibile pesano 28 tonnellate, di cui tonnellate 3,00 spettano all'acqua nel tender, e tonnellate 2, 8 al coke nel magazzino. Perciò queste macchine aggravano ogni ruota del peso

di tonnellate 7, ciò che eguaglia quasi il carico delle ruote nelle macchine del Semmering, e può essere il *maximum* del carico compatibile in generale colle ruote e colle ruotaje di ferro. La distanza degli assi delle stesse macchine è di soli metri 2, 59, ed esse perciò percorrono assai facilmente le curve più risentite. Ecco le loro dimensioni principali:

Diametro dei cilindri	metri	0, 35
Corsa degli stantuffi	»	0, 55
Lunghezza della caldaja	»	3, 34
Diametro della caldaja	»	1, 05
Numero dei tubi	n.	121
Superficie riscaldata dei tubi	m. q.	59, 85
Superficie riscaldata del fornello	»	5, 98
Totale superficie riscaldata	»	65, 83
Superficie del graticcio	metri lin.	1, 00
Diametro delle ruote	metri	0, 98
Diametro degli assi	»	0, 15

Queste macchine sviluppano una forza di circa 250 cavalli. Le casse dell'acqua trovansi a fianco e sopra il dinanzi della caldaja, in modo però che tutte le parti attive della macchina restino facilmente accessibili. Egli è questo uno dei grandi vantaggi che queste macchine hanno sulle altre grandi locomotive di montagna.

La non grandissima provvigione di materiale combustibile è scompartita a destra ed a sinistra del focolare. Colla loro provvigione di acqua e di combustibile le macchine percorrono più di chilometri 58, 836, ma si ricaricano però ogni 30 chilometri circa.

Le ruote delle macchine sono costituite totalmente di ferro battuto, e la fabbrica di Stephenson ha trovato l'artifizio di formare anche gli eccentrici di un sol pezzo coll'asse, il che non è da riguardarsi un vantaggio che stia in proporzione colla difficoltà della fabbricazione. Il telajo delle macchine è straordinariamente forte. Esse sono ad espansione variabile secondo il sistema di Stephenson, e provvedute di un freno che si impiglia in mezzo alle due ruote sulle guide, e colla scarpa provveduta di orlo tocca le ruotaje per una lunghezza di met. 0, 812. Questa scarpa è di ghisa e al disotto armata da vecchi pezzi di quarti di ruota raddrizzati. Il logoramento di questi pezzi, che spesso diventano completamente infocati, è assai forte, e di rado un'armatura tiene più a lungo di 8 a 10 giorni, quando la macchina è continuamente in servizio. È assai vantata l'utilità di questo freno che viene messo in moto non dal vapore, ma dal fochista mediante un collegamento di viti e di leve a gomito dal posto del macchinista. I convogli più leggeri vengono

lanciati sui tronchi ripidi della strada assai di frequente senza questi freni, anzi senza nemmeno il soccorso dei freni ai vagoni, ed il signor Weber, da una cui memoria ricaviamo le presenti notizie, dichiara di avere veduto più convogli di merci e passeggeri, senza l'ajuto dei freni ai vagoni, discendere tranquillamente il piano, avendo piena facoltà di rallentare il moto a piacere o di tenersi anche fermi su di un pendio del 28, 60 per mille. Da ciò si mostra nuovamente, come sia assai opportuno di utilizzare il grande peso delle locomotive per trattenere il moto dei convogli coll'applicazione dei freni alle locomotive stesse.

Le macchine, come già si disse, vengono il più delle volte accoppiate a due a due l'una dietro l'altra in quella guisa che si usa di congiungere macchina e tender, cosicchè le due macchine figurano come un sol tutto. Un unico fochista serve per entrambe le macchine; ciascuna ha il suo conduttore speciale, uno dei quali guarda indietro al convoglio, e l'altro nella direzione della corsa. In ciò vi è un grande vantaggio, specialmente riguardo alla sicurezza. — Secondo il peso del convoglio si applica ad esso una semplice o una doppia macchina, o tante macchine semplici, quante bastano, perchè con esse possa essere asceso il piano inclinato. In tal guisa si può adattare la forza delle macchine e il peso delle stesse in conformità al carico del convoglio e alle condizioni atmosferiche. Questo è un nuovo vantaggio delle macchine che corrono sul piano de' Giovi in confronto di quelle del Semmering, il cui peso enorme di 55 o 60 tonnellate deve essere impiegato anche coi treni più leggieri. Una tale divisibilità del meccanismo ha ben anche il più lontano vantaggio, che dai conduttori pratici si giudica di molto rilievo, cioè che nei casi di uscita dalle ruotaje, ecc., non si hanno da innalzare e smovere pesi così enormi in un sol corpo, poichè sicuramente due macchine uscite fuor di ruotaja, pesanti ciascuna 23 tonnellate, si rimettono sulla ruotaja più facilmente e più prestamente, che non una di 50 o 60 tonnellate. In queste macchine tutto il peso viene impiegato a procurare l'adesione sulle ruotaje, le ruote agiscono senza l'ingegnoso ma complicato meccanismo delle ruote dentate, soggetto a frequenti guasti, per la propagazione della forza dalle ruote motrici alle ruote accoppiate, mentre l'accoppiamento delle macchine a vapore nelle macchine doppie (che propriamente possono essere paragonate soltanto colle macchine Semmering), offre il grande vantaggio, che una può ajutare l'altra, e all'occasione di un errore del macchinista o di un piccolo difetto che indebolisca l'azione di una macchina, non ne consegue subito la fermata di tutto il meccanismo. È da valutarsi sommamente anche il vantaggio, che in queste macchine non sempre le due paja di ruote devono avere il medesimo diametro, mentre nelle macchine triplici sei ruote, anzi nelle macchine Semmering dieci ruote, devono essere tenute rigorosamente della stessa dimensione; per cui nel caso di un guasto ad una ruota diventa ne-

cessario l'egual ristauro a sei o a dieci ruote. La prerogativa di utilizzare tutto il peso della macchina per procurare l'adesione di maggior sicurezza e solidità, rende preferibili le macchine a quattro ruote anche a quelle a sei e ad otto ruote, le quali mediante una parte girevole del carro sono capaci di percorrere delle curve di raggio così piccolo come queste, e si distinguono anche per la buona proprietà che negli sviamenti non si allontanano subito al pari di queste dalla ruotaja, ma rimangono per lo più vicine alla stessa.

A nessuna delle 20 macchine a quattro ruote impiegate sul piano inclinato dei Giovi si è spezzata la sala durante un servigio di tre anni e mezzo, e neppur una si è sviata dalla ruotaja. Quest'ultimo è un fatto sorprendente, che nelle macchine a quattro ruote si deve attribuire alla stessa eccellente distribuzione del peso sulle ruote.

Le locomotive sul piano inclinato lavorano colla pressione di 50 chilog. In condizioni favorevoli occorre una macchina doppia per trascinare da 10 a 12 vagoni di passaggeri di 24 posti in ragguaglio, ovvero di 8 vagoni carichi di merci, i quali sono costrutti assai solidamente e caricati di 12 tonnellate.

La corsa poi avviene colla velocità di circa chilom. 13 a 15 all'ora. Laonde le macchine che nell'anno 1856 percorsero chilometri 212944 sul piano inclinato e consumarono 1173 tonnellate di coke inglese, impiegarono chilog. 5, 49 per chilometro; e siccome la metà del viaggio vien fatta senza vapore nelle facili discese, così il consumo fu di chilog. 10, 98 per ogni chilometro, lungo il quale la macchina lavora (1).

(1) Weber. — Descrizione del piano inclinato detto dei Giovi fra Ponte Decimo e Busalla nella ferrovia da Torino a Genova. — Questo distinto ingegnere farebbe inoltre le seguenti considerazioni. L'andamento delle macchine lungo il piano inclinato dei Giovi non presenterebbe nulla di particolare: esse lavorano assai sicuramente e tranquillamente, ed i convogli di posta ascendono colla velocità di chilom. 22 a 24 all'ora. Lo scivolamento delle ruote non avviene quasi mai o almeno assai di rado, quando le ruotaje sono coperte di brina, come succede qualche volta nelle vicinanze di Genova. Altrimenti accade percorrendo le lunghe gallerie in cui domina una temperatura proporzionatamente bassa, cosicchè non solo qui le ruotaje sono sempre umide, ma anche per l'acqua impura stillante dalla vôlta sono ricoperte di un sottile strato di melma. Inoltre le gallerie sogliono essere i luoghi di rifugio dei rettili e dei vermi, assai frequenti nei climi meridionali, specialmente di innumerevoli lumache, che tutto investono col loro umore vischioso. Ne consegue che le ruote delle macchine scivolano qui assai facilmente e che le macchine perciò consumano una quantità di vapore assai maggiore di quella che altrimenti avverrebbe; perciò spesso a poco a poco si abbassa notevolmente la tensione nella caldaja e così si aumenta la difficoltà al progredire. La velocità nella galleria più lunga diminuisce spesso fino a chilom. 7, 407 all'ora, e perciò il passaggio per essa dura frequentemente più d'una mezz'ora, il che pei passaggieri è in generale fastidioso. Assai spesso per questo motivo viene unita una macchina od anche una doppia macchina per muovere convogli tali, che, se la salita fosse tutta lungo una strada aperta, sarebbero mossi senza difficoltà da una sola macchina doppia. Questa difficoltà che per la prima volta si è mostrata in questa galleria, la più grande del continente, aggiunse un nuovo dubbio a quelli che vennero mossi contro la possibilità dell'esercizio della strada attraverso al tunnel del Monte Cenisio, che è ancora più lungo.

Le macchine che corrono lungo le grandi linee di strade ferrate inglesi sono divise in tre classi, cioè: macchine pei viaggiatori, macchine miste e macchine per le merci.

Le *macchine pei viaggiatori* si distinguono dalla indipendenza delle ruote motrici e dal loro grande diametro. In Inghilterra il diametro di 1^{m} 829 è ora considerato come il minimo col quale si possa ottenere una grande velocità senza stancare soverchiamente le parti con un moto oscillatorio eccessivamente rapido. Il diametro più comunemente adottato è quello di 2^{m}133. Si usano come un'eccezione sulle rotaje i diametri di 2^{m} 438 e di 2^{m}599. Sulla Great-Western fu adottata la prima di queste due dimensioni per le macchine destinate al trasporto dei viaggiatori sulle linee principali.

Le *macchine miste* si adoperano specialmente pel servizio dei viaggiatori sulle linee che hanno poca pendenza, pei treni *omnibus*, o sulle linee molto pendenti pei treni dei viaggiatori di ogni specie. Esse hanno quattro ruote unite a due a due, di un diametro medio di 1^{m} 675 ad 1^{m} 829. La distanza delle sale estreme è considerevole, e le ruote posteriori, che sono poste di dietro alla camera del fuoco, trovansi accoppiate alle ruote annesse alla sala motrice. I cilindri sono interni ed il telajo è collocato esternamente alle ruote.

Le *macchine per le merci* propriamente dette sono per lo più a sei ruote unite del diametro di 1^{m}524; hanno i cilindri interni ed i telaj esterni. Queste macchine, generalmente assai pesanti, sono munite di cilindri a lunga corsa e di vaste caldaje, ed hanno conseguentemente il centro di gravità molto alto ed il camino cortissimo.

Il seguente prospetto dà un' idea generale delle macchine adottate in Inghilterra, secondo l'accennata classificazione. (1).

(1) Lechatelier. — Memoria sulle locomotive delle ferrovie inglesi.

INDICAZIONE DELLE MACCHINE Nome delle strade e costruttori	SUPERF. DI RISCALDAMENTO			DIAMETRO dei cilindri	CORSA degli stantuffi	DIAMETRO delle ruote motrici	PRESSIONE assoluta del vapore	DISTANZA delle sale estreme
	Focolare	Tubi	Totale					
	m. q.	m. q.	m. q.	met.	met.	met.	atm.	met.
Macchine pei viaggiatori								
Great-Western, fabbrica della Società	14, 12	167, 41	181, 53	0, 457	0, 609	2, 438	9, 16	5, 181
London-and-North-Western-Crampton	14, 32	198, 65	212, 97	0, 457	0, 609	2, 438	9, 16	5, 638
Idem fratelli Sharp	13, 30	102, 30	115, 60	0, 406	0, 559	2, 133	9, 16	5, 130
South-Eastern-Crampton	. . . .	. . . .	106, 95	0, 381	0, 559	1, 829	9, 16	4, 876
Idem fratelli Sharp	. . . .	. . . .	106, 95	0, 381	0, 559	1, 829	9, 16	4, 876
Macchine miste								
Great-Western-Hawtorn	9, 30	79, 44	88, 74	0, 406	0, 559	1, 829	9, 16	4, 571
South-Western, fabbrica della Società . . . . :	7, 90	74, 45	84, 35	0, 362	0, 533	1, 676	9, 16	»
Macchine per le merci								
Great-Western, fabbrica di Swindon	13, 60	118, 72	131, 32	0, 432	0, 609	1, 524	8. 48	»
London e Worth-Western-Fairbairn	11, 14	132, 06	143, 22	0, 457	0, 609	1, 524	9, 16	»
Worth-British-Hawtorn.	6, 51	73, 00	79, 51	0, 457	0, 609	1, 524	7, 80	4, 265
London e Worth-Western-Crever	5, 44	64, 45	69, 89	0, 381	0, 508	1, 219	6, 78	»

DISPOSIZIONI DI DETTAGLIO DELLE MACCHINE LOCOMOTIVE.

Abbiamo descritto le principali parti di cui si compongono le macchine locomotive, come pure le funzioni di ciascuna di queste parti, dopo di avere indicati i caratteri più saglienti dei numerosi tipi che si sono adottati sulle ferrovie.

Non rimane ora che di far conoscere le disposizioni di dettaglio di queste macchine. Anche in questa parte conserveremo il medesimo ordine fin qui seguito, occupandoci dapprima dell'apparato di evaporizzazione e suoi accessorj, poi del meccanismo motore e della distribuzione, e termineremo colla descrizione del carro che porta il complesso della macchina.

In un articolo speciale descriveremo i tenders, che formano una parte essenziale delle macchine locomotive.

Apparato di vaporizzazione. — Abbiamo già detto precedentemente che l'apparato nel quale si forma il vapore si compone essenzialmente della camera del fuoco, che comprende il focolajo, il suo inviluppo ed il graticcio, e del corpo cilindrico, che contiene i tubi e la camera del fumo sormontata dal camino. A questi apparati si devono aggiungere i seguenti accessorj, i quali sono diretti a prevenire i pericoli inerenti all'impiego del vapore, ad aumentare ed a regolare la potenza vaporizzatrice della macchina, ed infine a condurre lo stesso vapore ai cilindri.

Questi apparati sono:

Il cinerario ed il graticcio della camera del fumo;

Le valvule di sicurezza, il manometro, il livello dell'acqua, i robinetti di prova ed il fischietto;

I robinetti, il pertugio di votamento ed il buco d'uomo;

Il tubo di scappamento, il registro della camera del fumo, le porte del cinerario e del cammino;

L'apparato di presa del vapore.

Focolajo. — Abbiamo veduto che i focolaj delle macchine locomotive prendono la forma rettangolare, ovvero la forma circolare. I materiali che si impiegano nella costruzione dei focolaj sono il ferro ed il rame rossetto.

Il ferro presenta molti inconvenienti. Esso si deteriora prontamente sotto l'azione del calore intenso che riceve dal combustibile, e se presenta qualche difetto, come accade frequentemente, oppure abbia soltanto una tessitura lamellare, si fende e dà luogo a delle fughe. Quantunque l'uso del ferro nella costruzione di primo impianto dei focolaj, sia più economico di quello del rame, pure in giornata venne generalmente abbandonato in causa delle ripetute e continuate riparazioni di cui abbisogna.

Tutte le pareti piane del focolajo devono essere solidamente armate, affinchè possano resistere alla pressione del vapore che tende a deformarle. A tal effetto le faccie verticali dei focolaj rettangolari sono riunite alle faccie paralelle dell'inviluppo col mezzo di tiranti in rame od in ferro. Questi tiranti sono piccoli cilindri di 2 centimetri di diametro, scanalati a spira in tutta la loro lunghezza, e per conseguenza congiunti a vite alle pareti del focolajo ed al suo inviluppo. Essi sono inoltre ribaditi ai loro estremi, onde presentare delle congiunzioni perfettamente stagnate. La distanza dall'uno all'altro tirante è generalmente da 10 a 21 centimetri.

Il coperto del focolajo non può essere armato nello stesso modo delle pareti laterali, pel motivo che non è paralello ad alcuna parte dell'inviluppo. Di maniera che lo stesso coperto si consolida col mezzo di un'armatura in ferro od in lamina che ne impedisce la deformazione, trasportando la pressione del vapore sulle faccie verticali del focolajo. Tali armature prendono la forma parabolica; generalmente sono discoste 10 centimetri fra gli assi e congiunte

col coperto medesimo mediante bolloni in ferro o in rame che sono assicurati a vite nella piastra di coperto e si attaccano alle armature col mezzo di un galletto.

La fig. 102 rappresenta un'armatura della macchina Crampton composta di due fogli di lamina *tt* collegati con chiodi *rr*.

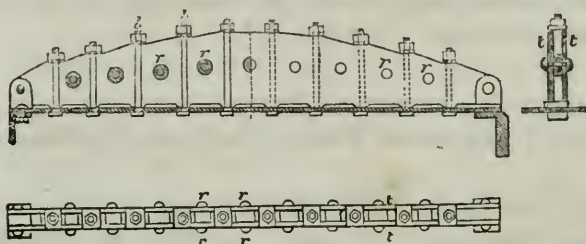



Fig. 102.

Le pareti del focolajo si compongono generalmente di tre fogli di rame; due di questi fogli costituiscono le pareti anteriore e posteriore e sono piegate ad angolo nel contorno, e riunite in tal maniera con dei chiodi alla terza, che forma le due pareti laterali ed il coperto. La grossezza di queste piastre in generale è di 12 millimetri, ad eccezione della piastra anteriore o *tubulare* rappresentata in elevazione ed in sezione dalla fig. 103, la quale, nel luogo in cui è attraversata dai tubi, raggiunge la grossezza di 25 millimetri.

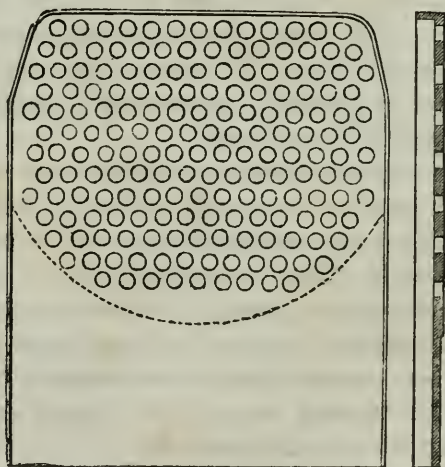
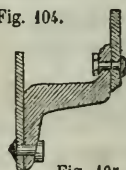
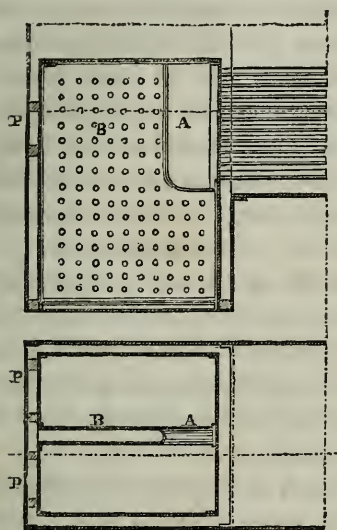



Fig. 103. Fig. 104. Fig. 105. Fig. 106.

Il focolajo è congiunto nella parte inferiore col suo inviluppo col mezzo di una cantonata in bronzo fusa in un sol pezzo (fig. 104), ovvero di un telajo in ferro (fig. 105). Quest'ultima disposizione sembra ora quella preferita. Un telajo analogo è interposto fra le pareti posteriore del focolajo e

del suo inviluppo per chiudere la porta per la quale si introduce il combustibile.

Onde aumentare la superficie di riscaldamento delle macchine locomotive senza modificare le loro dimensioni esterne, si colloca sovente nel focolajo un *bollitore*, che è una specie di tubo, la cui sezione è rappresentata nella figura 106. Questo bollitore alcune volte è assicurato longitudinalmente e collega la piastra tubulare a quella della porta, ed ora al traverso congiungendo i due lati del focolajo. In ambedue i casi il suo lembo superiore *A* è situato alquanto al disotto dell'ordine inferiore dei tubi.

Fig. 107.

Questa specie di bollitore è molto usata in Inghilterra, ma poco in Francia, inquantochè gli si attribuisce il difetto di essere la manutenzione costosa.

Il Crampton nelle sue macchine ha diviso il focolajo in due scomparti col mezzo di un bollitore longitudinale *B* (fig. 107) che abbraccia tutta l'altezza. Una copertura *A* collocata anteriormente alla piastra tubulare è il solo punto ove si comunicano i due scomparti. Ciascuno di essi ha una porta *P* speciale di carico.

Una tale disposizione si era adottata per le macchine a grande velocità della strada di Strasburgo, ma si dovette abbandonarla, inquantochè il combustibile, che non era della migliore qualità, non abbruciava convenientemente in così piccola massa.

Graticci. — I graticci delle macchine locomotive sono composti da barre in ferro del tutto indipendenti, disposte nel senso della larghezza della macchina e distanti fra loro in relazione alla qualità del combustibile che si impiega. Essi appoggiano sopra un telajo in ferro, assicurato inferiormente al focolajo, oppure mobile intorno ad un asse situato in vicinanza alla piastra tubulare; in tal caso vi è un apparato speciale, che il meccanico move dalla sua piattaforma, col quale si può rovesciare il graticcio e gettare il fuoco qualora per una causa qualunque il livello d'acqua si abbassi nella caldaja in una misura pericolosa. Allorquando la lunghezza del graticcio oltrepassa i $1^{m}20$, ordinariamente si compone di due ordini di barre sostenute da un traverso situato nel mezzo del focolajo. In tal caso è prudente di rendere mobile la metà posteriore del graticcio. Si sono impiegati eziandio dei graticci in ghisa fusi in un sol pezzo, ma essi vennero abbandonati, inquantochè è sempre utile di sostituirne una parte, allorchè si de-

teriora in causa della scoria di ferro, che si forma durante la combustione del coke.

Tubi. — In principio i tubi si formavano di rame rossetto, ma essi si consumavano con prestezza in causa dello sfregamento delle particelle di coke trascinate dall'aspirazione; per la qual cosa venne sostituito l'ottone. I tubi in ottone furono impiegati per la prima volta nel 1833 dietro suggerimento del Dixon, ingegnere residente alla strada da Liverpool a Manchester. Sono formati con lamina di prima qualità della grossezza di 2 millimetri. Per ottenere questi tubi si tagliano delle bande in una larghezza conveniente ed in tutta la lunghezza che devono avere i tubi medesimi. Queste bande vengono smussate nei lembi longitudinali, in maniera da poterne sovrapporre un centimetro senza che risulti alcuna grossezza nei tubi. Si rotolano sopra un cilindro e si congiungono i lembi con saldatura, indi si fanno passare attraverso una filiera in acciajo, affinchè la superficie esterna sia perfettamente cilindrica. In generale il diametro interno dei tubi è di 45 millimetri e quello esterno di 49 millim. Per tubi di tali dimensioni la distanza degli assi fra loro non deve essere minore di 63 millimetri; senza di che il passaggio del vapore fra i tubi diverrebbe difficile. Essi si dispongono in ordini orizzontali.

La congiunzione dei tubi colle piastre tubulari si effettua nel seguente modo: dopo di avere collocato il tubo nel suo posto, lo si adatta esattamente alle pareti del foro praticato, cacciandovi alle estremità un cilindretto in acciajo leggermente conico. Poi vi si interna a colpi di massa un *anello* o *viera* in acciajo in ciascuna estremità del tubo in tal modo preparata, e se ne comprime la saldatura, onde compiere la congiunzione.

Le viere non devono avere più di 2 millimetri di grossezza per non ristringere soverchiamente gli orificj dei tubi. Alcune volte si usano degli anelli in ferro dal lato della camera del fumo.

Allorquando si impiega per combustibile il legname si sopprimono spesse volte le viere.

Attualmente i tubi in ottone sono di tre specie, cioè: 1.° tubi saldati nella loro lunghezza; 2.° i tubi ricavati dalla filiera; 3.° finalmente i tubi ottenuti col martello senza saldatura. Alla strada dell'Est in Francia queste diverse qualità di tubi si impiegano indifferentemente.

Alcuni costruttori vollero sostituire ai tubi in ottone, altri in ferro cavo tirati alla filiera. Questi tubi si alterano nel collocarli, ed impegnano in costose riparazioni. Tuttavia alla strada d'Orleans si continua ad usarli in molte macchine e si spera di poter giungere a correggerne i difetti.

I tubi si logorano dopo qualche tempo, sia per lo sfregamento del combustibile, sia per l'azione del calore. Questo consumo si verifica specialmente nei tubi di mezzo ed in quelli degli ordini inferiori, aventi i loro estremi in vicinanza al focolajo.

Allorquando un tubo screpola, si fende la viera con una cesoja, e se ne riempie l' interno per poterlo levare; dopo che venne tolto si esamina se il guasto è locale o generale. Quando l' estremità soltanto sia difettata, se ne salda una porzione e si rimette il tubo nel suo posto.

Caldaja propriamente detta. — Più sopra abbiamo veduto che l'inviluppo del focolajo è sensibilmente paralello al focolajo stesso sino all' altezza del coperto, e che partendo da questo punto esso è sormontato da una cupola semicilindrica o piramidale. La congiunzione dei diversi fogli che costituiscono tale inviluppo si faceva pel passato col mezzo di cantonate in lamina ricurve; attualmente invece si preferisce di rivestire i fogli posteriori ed anteriori della camera del fuoco esternamente come si fa pel focolajo. Questa disposizione ha il vantaggio di diminuire il numero delle congiunzioni.

Pel medesimo motivo si sopprime attualmente la cantonata in lamina che congiunge la parete anteriore della camera del fuoco coi corpi cilindrici della caldaja, e questo foglio viene anch'esso rivestito. La congiunzione del corpo cilindrico colla piastra tubulare della camera del fumo si effettua col mezzo di una cantonata.

Il corpo cilindrico ha generalmente la sezione circolare; ciò non pertanto alcune volte viene fatta anche elittica, assegnando al diametro verticale da 0^m05 a 0^m06 di più di quello orizzontale, onde poter aumentare il numero dei tubi conservando la maggior distanza possibile tra la superficie dell' acqua e la parte superiore della caldaja. Ma questa forma è difettosa, essa non presenta la medesima resistenza alla pressione quanto la forma cilindrica.

Serbatojo del vapore. — Si aumenta lo spazio destinato pel vapore col mezzo di una cupola piramidale che copre la camera del fuoco, oppure mediante un serbatojo speciale di forma cilindrica collocato alcune volte superiormente al focolajo ed altre volte in un punto qualunque della caldaja.

L' ebollizione più tumultuosa succede superiormente al focolajo di maniera che in questo punto l'acqua vi è slanciata in maggior quantità che in qualsiasi altro luogo; sembra adunque poco razionale di quivi collocare l'orifizio della presa del vapore. Ma d'altra parte se si prende il vapore in vicinanza al camino, tutto quello che si forma nelle altre parti della caldaja in maggior quantità che in questo punto deve necessariamente scorrere sulla superficie dell' acqua in ebollizione prima di arrivarvi. Da tali considerazioni risulta che il mezzo più efficace di impedire la traduzione dell' acqua consiste nell' aumentare il diametro del corpo cilindrico più che lo permettono le altre parti della macchina (come sono le molle o le ruote) e di lasciare la maggior altezza possibile fra la superficie dell' acqua e la parte superiore della caldaja. Allorquando la distanza verticale dal coperto del focolajo alla generatrice la più alta del corpo cilindrico raggiunge i

$0^m 35$ od i $0^m 40$, sembra preferibile la presa del vapore in vicinanza del camino.

La forma della caldaja adottata nelle macchine Crampton sembra che attualmente prevalga in causa della sua semplicità.

La cupola della camera del fuoco è formata dalla continuazione del corpo cilindrico della caldaja. La piastra tubulare della camera del fumo è un semplice diaframma *tt* (fig. 102) in lamina rivestito inchiodato nell'interno del corpo cilindrico, che separa in tal maniera la caldaja propriamente detta dalla camera del fumo.

Camera del fumo. — Nelle prime macchine a cilindri interni la camera del fumo presentava pressochè le medesime disposizioni dell'inviluppo della camera del fuoco; la sua parte anteriore conteneva i cilindri ai quali essa serviva di sostegno. La piastra tubulare costituiva la parete posteriore, e nella parete anteriore vi era praticata un' apertura chiusa da porta che si apriva pel pulimento o per la riparazione dei tubi. Attualmente si sopprime la parte inferiore di questa camera all'altezza dei cilindri che le servono alcune volte di fondo. Infine descrivendo la caldaja Crampton abbiamo fatto conoscere un' ultima disposizione della camera del fumo.

Camino. — Il camino è cilindrico ed assicurato alla parte superiore della camera del fumo. Esso generalmente si allarga alla sua base in maniera da riunirsi alla stessa camera del fumo. La congiunzione con quest'ultima ha luogo mediante bolloni onde poterlo togliere facilmente allorquando si vuol visitare o riparare il tubo di scappamento.

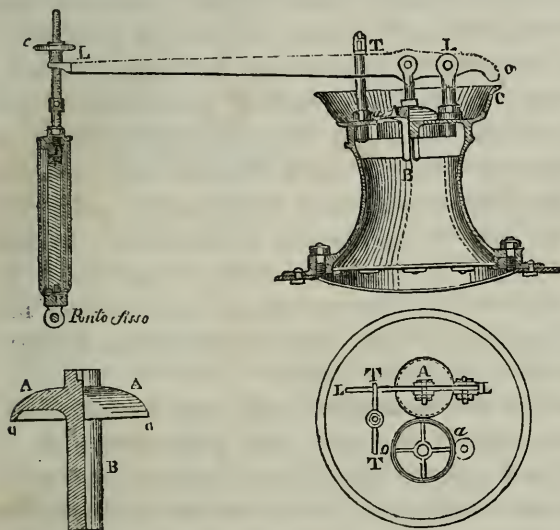
Armature della caldaja. — Tutte le parti della caldaja che sono soggette a deformarsi in causa della pressione del vapore è d'uopo che siano armate accuratamente. Laonde si riunisce generalmente la parete posteriore della camera del fuoco colla piastra tubulare anteriore e nella parte superiore dei tubi, col mezzo di robusti tiranti. Il Polonceau e dopo lui molti altri costruttori hanno impiegate nelle ultime macchine delle robuste cantonate che agiscono come le armature del coperto del focolajo; con che si tolgono dal serbatojo del vapore tutti questi tiranti che sono molto incomodi e pesanti. Una tale disposizione ha prevalso in tutte le nuove macchine.

Camicia esterna della caldaja. — Allorquando una locomotiva cammina, l'aria in contatto colle pareti esterne della caldaja si rinnova costantemente; da ciò risulta un raffreddamento considerevole di queste superficie se esse non sono preservate. A tal effetto si circondano di un inviluppo in legname, che si applica ad una limitata distanza dalla caldaja, e questa è contenuta in un secondo inviluppo sottile di lamina od anche semplicemente cerchiata interpolatamente. Altre volte si intercalavano tra il legno e la caldaja dei fogli di feltro grossolano, ma questa sostanza aveva l'inconveniente di prendere fuoco con facilità. In giornata si sopprime spesso anche lo stesso

legno; l'aria imprigionata tra l'inviluppo in lamina e la caldaja serve in allora di strato isolante.

Valvule di sicurezza. — Lo scopo delle valvule di sicurezza è quello di impedire che il vapore possa acquistare nella caldaja una tensione troppo alta. I regolamenti amministrativi esigono l'esistenza di due valvule di sicurezza sopra cadaun generatore a vapore, cioè una ad ogni estremo (*). Ciò nullameno nelle macchine locomotive di recente costruzione si collocano ambedue le valvule superiormente al focolajo, affinchè esse si trovino alla portata della macchina pel caso in cui venissero a guastarsi.

Fig. 108. Fig. 109.

Le valvule che generalmente sono impiegate si compongono di un disco circolare A (figura 108) munito di un asse centrale B. L'orlo *a a* del disco non ha che uno o due millimetri di larghezza; esso appoggia sopra un contorno che presenta un orlo simile, il quale corrisponde ad *a a* (figura 109). Queste due superficie sono esattamente lavorate e levigate l'una sull'altra onde formare una congiunzione perfetta ed impermeabile al vapore. Il diametro delle valvule ordinariamente è di $0^m 10$, la loro superficie è adunque di 78 $^1/_2$ centim. quadrati. Ora si sa che la pressione dell'atmosfera è di chilog. 1,033 per centimetro quadrato; è d'uopo adunque affinchè la valvula cominci ad innalzarsi, allorquando la tensione del vapore sia eguale a sei volte quella dell'atmosfera, che la valvula sia caricata di un peso addizionale $5 \times 1,033 \times 78,5 = 405,58$. È rado il caso che questa pressione si ottenga direttamente. Quasi sempre si usa di una leva L L (fig. 109), all'estremità libera della quale agisce una molla a spirale di cui si può aumentare o diminuire la tensione col chiudere od aprire la madrevite *c*. Nelle macchine fisse la pressione è prodotta sulla leva col mezzo di un peso applicato al suo punto estremo. Questa disposizione non sarebbe conveniente

(*) Vedi il § 5 dell'ordinanza 11 febbrajo 1854 emanata dai Ministeri del Commercio, dell'Interno e del Supremo Dicastero di Polizia in Vienna.

per le macchine locomotive, in causa delle trepidazioni alle quali esse sono esposte durante il cammino. La molla è molto più soggetta a sconcertarsi che il peso, e la sua tensione aumenta in modo sensibile allorquando la valvula si alza; ma siccome le locomotive sono sorvegliate costantemente, ed il sistema di costruzione delle loro caldaje le rende quasi inesplosibili, così tali inconvenienti hanno poca importanza. In giornata si usano molto le valvule o bilancie dei signori Lemonnier e Vallée, che presentano una disposizione molto ingegnosa, col mezzo della quale si è proveduto in maniera che allorquando la pressione si eleva in modo pericoloso, si apre la valvula in un'ampia dimensione e procura una larga uscita al vapore. Un tal effetto si ottiene svincolando con un mezzo molto ingegnoso l'asse della molla. Accade qualche volta che la molla si spezza, ovvero che ceda il punto di attaccamento dell'apparato che lo contiene; in tal caso la valvula è slanciata di lontano dalla pressione del vapore e la macchina si trova fuori di servizio. Per questo motivo si dispone qualche volta una piccola traversa T T, che limita la corsa della leva ed impedisce alla valvula di abbandonare il suo posto. È però meglio prolungare la leva, come lo indica la fig. 109, in maniera che la sua corsa sia limitata dallo spazio compreso fra l'estremo *O* della leva e l'orlo del bacinetto C. In alcune vecchie macchine, l'una delle valvule era situata anteriormente alla caldaja e circondata in maniera di non poter essere sopraccaricata dal meccanico; ma questa precauzione si riconobbe inutile.

Zaffo o piastra fusibile del focolajo. — Se per negligenza del meccanico, oppure in conseguenza di un guasto nelle pompe alimentari, il livello d'acqua si abbassa nella caldaja in maniera da mettere allo scoperto il cielo del focolajo, questo abbrucia immediatamente. Si assicura al centro del cielo del focolajo una cannetta col foro conico, la quale viene riempita di piombo. Allorquando il livello dell'acqua si abbassa in modo da mettere allo scoperto l'accennata cannetta, il piombo si fonde ed il vapore si precipita nel focolajo ed estingue il fuoco.

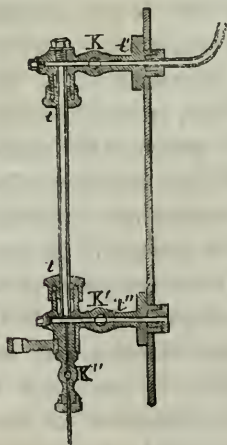
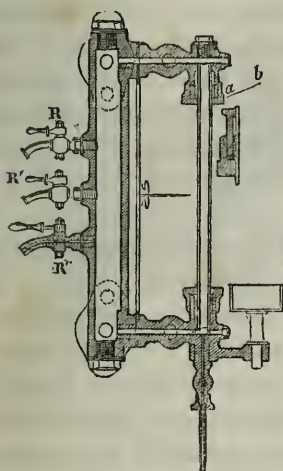



Fig. 110.

Livello dell' acqua. — È necessario che il meccanico conosca in ciascun istante ed esattamente a quale altezza si trova l'acqua nella caldaja. A tal effetto vi è un tubo di vetro (fig. 110) lateralmente alla porta del focolajo, che trovasi riunito alla caldaja mediante due tronchi di tubi in bronzo *t' t''*, l'uno dei quali penetra nello spazio occupato dal vapore, mentre l'altro va nell'acqua. Questi tronchi di tubo sono muniti da robinetti K K', col mezzo dei quali si impedisce all'acqua ed al vapore di sfuggire nel caso che si spezzi il tubo di vetro. Un terzo robinetto K'' serve a ve-

rificare se i condotti sono liberi e permette di poter vuotarne il tubo. L'acqua si eleva nel tubo alla medesima altezza di quella nella caldaja, purchè la comunicazione sia stabilita dall'alto al basso.

Fig. 111.

Robinetti di prova. — Di fianco al livello d'acqua si trovano i robinetti R, R', R'' (figura 111), il superiore dei quali deve sempre comunicare col vapore, e l'inferiore R'' coll'acqua. Essi hanno il medesimo posto del livello d'acqua, e lo sostituiscono allorquando è ostrutto o si spezza.

Sovente si riuniscono questi due apparati in un solo chiamato *clarinette*. Ma questa disposizione immaginata da Stephenson è difettosa inquantochè può accadere di essere privati tutto ad un tratto di qualsiasi mezzo di verificazione, qualora i tubi che entrano nella caldaja si ostruiscano. D' altronde esso è molto costoso.

Manometro. — Perchè il meccanico possa conoscere tutte le parti della macchina che dirige, è necessario che in ciascun istante sappia quale è la tensione del vapore nella caldaja, ed inoltre se tale pressione tende ad aumentare od a diminuire. A questo scopo ciascuna macchina è munita di un manometro.

I manometri ad aria libera delle macchine fisse non sono adattati per le macchine locomotive, in causa della grande altezza del tubo, il quale non dovrebbe essere minore di $3^{m}\,80$; di maniera che si sono usati per molto tempo i manometri ad aria compressa. Ma questi riescono poco sensibili, e le loro indicazioni sovente sono erronee; attualmente furono sostituiti dei manometri ad aria libera, nei quali la pressione del vapore si esercita sopra un piccolo stantuffo, mentre la colonna di mercurio agisce sopra un altro stantuffo, la cui superficie è circa venti volte più grande. Questi due stantuffi essendosi resi solidarj l'uno dell'altro, ne risulta che ciascun'atmosfera è rappresentata da una colonna di mercurio di $\frac{0^{m}\,76}{20} = 0^{m}\,038.$

Un tale istromento, che è stato inventato da Galy-Cazalat, è generalmente conosciuto sotto la denominazione di *Manometro di Journeux*, dal nome dell'artefice che si occupa della sua costruzione.

Il *manometro Bourdon* è costituito da un tubo metallico piegato in forma di spirale; il vapore che agisce nell' interno del tubo tende a raddrizzarlo; allorquando ha luogo questo effetto, si mette in movimento un indice che dinota sopra un quadrante il valore della deformazione e l'intensità della causa che la produce (veggasi la fig. 112.)

Attualmente sopra molte linee è adottato il *manometro di Desbordes* (fig. 113). In questo apparato l'asse del piccolo stantuffo sul quale agisce il vapore, si appoggia ad una lama d'acciajo situata orizzontalmente, le cui estremità sono fisse ed è obbligata a prendere una curvatura più o meno pronunciata secondo la pressione del vapore. Questa lama, spinta in tal modo, fa l'ufficio di leva sopra un arco di cerchio di rame dentato che comunica con un pignone al quale è assicurato un indice il cui movimento di rotazione indica la pressione del vapore.

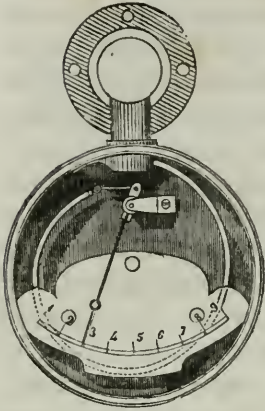
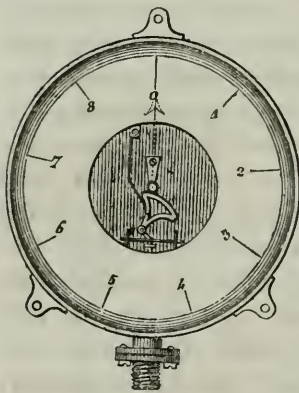



Fig. 112.

Fig. 113.

Fischietto. — Il fischietto rappresentato dalla fig. 114 serve ad indicare l'arrivo di una macchina. Esso consiste in una campana portata da un asse verticale, i cui orli smussati, sono situati a piccola distanza al di sopra di un'incavatura anulare molto stretta praticata fra i labbri di una specie di calice semisferico e di un fungo in metallo. Col mezzo di un robinetto e di una piccola valvula il meccanico può far entrare del vapore nella parte inferiore di questo apparato; il vapore sfugge per la fenditura anulare e sfregando gli orli della campana produce un suono che si propaga molto lontano. Nella costruzione della campana si impiega il bronzo simile a quello dei campanelli delle pendole.

Buco d'uomo (*trou d'homme*). — Il buco d'uomo serve a visitare l'interno della caldaja e specialmente il regolatore. Qualche volta non vi è il buco d'uomo speciale; allora la cupola di presa del vapore può togliersi in vicinanza al corpo della caldaja. Nelle macchine colla cupola piramidale il buco d'uomo è chiuso da un disco *autoclave* (1) simile a quello delle caldaje delle macchine fisse; esso generalmente è collocato sulla superficie anteriore di questa cupola.

(1) I coperti *autoclavi* sono dischi perfettamente lavorati a tenuta d'aria col foro che si vuol chiudere, i quali trovansi muniti nel contorno da staffe che vanno ad abbracciare degli orli sporgenti annessi alle pareti dello stesso foro girando il coperto allorchè è collocato al suo posto. — Un modello di questi coperti lo abbiamo nelle pentole di ferro o di ghisa che servono per gli usi domestici.

Robinetti e condotti di votamento. — La quantità d'acqua evaporata dalle macchine locomotive è considerevole e quest'acqua ha quasi sempre in dissoluzione una determinata quantità di sali. Sovente è eziandio intorbidata dai depositi dei recipienti di cui non si potrebbe purgarla che col mezzo di una filtrazione lenta e costosa. Ora si sa che il vapore che si produce contiene poco o nulla di tali sostanze; per cui ne risulta che esse rimangono quasi totalmente nella caldaja nella quale si formano dei depositi sul fondo o aderenti alla superficie. Dopo un determinato cammino, la cui lunghezza varia colla purezza delle acque impiegate, diventa necessario di vuotare compiutamente la caldaja.

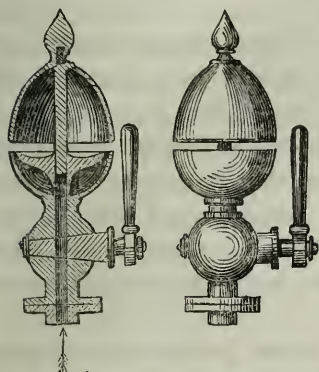



Fig. 114.

I *robinetti di vuotamento* generalmente sono due, assicurati inferiormente alla camera del fuoco. Allorquando si aprono, tutta l'acqua contenuta nella caldaja vi sgorga e si può procedere al lavamento della caldaja stessa. Sovente hanno alla loro estremità un passo di vite al quale si applica un tubo di cuojo che comunica col serbatojo in cui si trova l'acqua d'alimentazione; tale disposizione facilita moltissimo il riempimento della macchina allorchè si vuol rimetterla in servizio. Si praticano eziandio nei quattro angoli inferiori della camera del fuoco, ed al basso della piastra tubulare della camera del fumo, dei fori chiusi da turaccioli a vite di rame. Altre volte si usano dei chiudimenti *autoclavi*. Allorquando la caldaja è vuota, si introduce in uno di questi fori la lancia di una tromba per gli incendj, il cui getto toglie le materie che vengono staccate col mezzo di una verga di rame che si move nel foro opposto.

Nelle macchine costrutte dal Polonceau nel 1849 e 1850 per la linea d'Orleans si sono impiegati dei robinetti conici formanti valvula che non presentano gli inconvenienti dei vecchi robinetti e si dispongono pei diversi usi a cui sono destinati.

I robinetti che non devono essere aperti che un istante, sono i più semplici. Il corpo del robinetto è un tubo rettilineo incavato internamente per una parte della sua lunghezza, che presenta al disotto dell'incavatura un restringimento di forma conica. La chiave termina in un cono ed è munita di una parte incavata che entra in quella corrispondente del corpo del robinetto. Facendosi girare la chiave, il cono portandosi al suo posto va ad otturare il foro. Si dà sfogo al vapore od al liquido col mezzo di un orificio laterale situato fra il ristringimento conico e la parte incavata.

La vite dovendo essere molto larga perchè il cono possa entrare nel suo posto, ne risultano delle fughe allorchè il robinetto deve rimanere per molto tempo aperto; malgrado però un tale inconveniente la suddetta disposizione è molto adottata pei robinetti di verificazione della caldaja e per quelli di prova delle trombe.

Altri robinetti, come sono quelli del livello d'acqua, devono rimanere costantemente aperti e non essere chiusi che nel caso di un accidente e nelle verificazioni. Per ridurli stagnati in modo da non perdere l'acqua trovansi disposti due coni le cui basi maggiori sono opposte in maniera che girando la vite, sia innanzi o sia indietro, vi è il chiudimento anteriore o posteriore. In questo caso per introdurre i coni è d'uopo aggiungere al corpo del robinetto un galletto filettato all' interno ed all' esterno; questo galletto serve a guidare ed a far correre l' asse; nell' interno trovasi un pertugio conico per ricevere il contro-cono.

Infine altri robinetti devono potersi aprire di una quantità variabile e rimanere aperti durante un determinato tempo, ciò che ha luogo pei robinetti di riscaldamento. In allora si adatta sulla parte liscia dell'asse di questi robinetti un turacciolo unito mediante galletto incavato nell'interno che serve di guida all'asse dell'otturatore.

Questi diversi robinetti stati esperimentati sopra alcune macchine ed applicati dipoi in un modo generale sopra cinque macchine costrutte per la strada d' Orleans, diedero risultati soddisfacenti; essi funzionarono sempre perfettamente e senza fughe e presentarono perciò un' assoluta superiorità su quelli adoperati precedentemente, sia in riguardo al servizio che in riguardo alla manutenzione.

L' uso dei robinetti conici si generalizzerà senza dubbio in quasi tutti i casi ed andranno a sostituire quelli di forma ordinaria.

È probabile che con questo sistema si potranno costruire i robinetti con leghe poco costose e senza molto lavoro. Gli apparati delle acque di Seltz, che sono robinetti costrutti sopra questo medesimo principio, ma costrutti grossolanamente e con molta economia, si vede che resistono a delle pressioni di molto superiori a quelle delle caldaje delle locomotive.

Robinetti d'ingrassamento dei cilindri. — Per l'ingrassamento dei cilindri fin qui si è trovato bastante di introdurvi prima della partenza una determinata qnantità di materia grassa col mezzo di un robinetto ordinario.

Malgrado la precauzione usata di correre velocemente prima dell'ingrassamento del cilindro, quest' ultimo, al momento della partenza non si trova sempre ad una bassa temperatura ed inferiore a quella del vapore introdotto. Una notevole quantità d'acqua risultante dalla condensazione viene in allora slanciata al primo colpo dello stantuffo insieme coll'olio che si trova alla sua superficie, di maniera che l'ingrassamento è quasi nullo.

Volendo ottenere un ingrassamento continuato il Polonceau fe' l' esperimento di collocare sul cilindro un serbatojo chiuso a tenuta d'aria, nel quale collocò dell' esca fra due tubi concentrici in modo da non poter essere nè aspirata nè respinta nei cambiamenti di pressione. Il tubo esterno riceveva l' olio ed il tubo interno era destinato a mettere in equilibrio di pressione il serbatojo dell'olio ed il cilindro. Ma l'acqua condensandosi nel serbatojo dell'olio, innalzava sollecitamente il livello del liquido, e l'olio che si trovava alla superficie sgorgava dal tubo che conduce al cilindro ed in breve tempo era totalmente smaltito.

Fu d'uopo adunque rinunciare all'uso dell'esca, ed invece venne sostituita una piccola valvula situata al fondo della capacità chiusa che faceva calice all'olio: l' aprimento di questa valvula si regolava a piacere da una vite di pressione. Ogni qual volta entrava il vapore, la pressione nel cilindro sollevava la valvula e nel momento dello *scappamento* vi si introduceva una goccia d'olio. Il vapore attraversando l'olio e condensandosi in parte forma, un'emulsione che fa durare l'ingrassamento per molto tempo e più di quanto lo comporterebbe la quantità di olio introdotto. Tali robinetti ingrassano almeno per 12 a 15 chilometri col rialzo della valvula e col passaggio di un quarto di chilogrammo circa.

In luogo di collocare questi robinetti nel mezzo della piastra anteriore dei cilindri, come si pratica d' ordinario, ciò che ha l'inconveniente di far cader l'olio al fondo dei cilindri in vicinanza alla luce di introduzione e di uscita od in una parte ove non giunge lo stantuffo, i robinetti stessi si collocano superiormente al cilindro in maniera che l'olio vada ad incontrare lo stantuffo.

Cinerario. — I piccoli frammenti di combustibile (*escarbilles*) che passano attraverso i graticci sono spesso trasportati dalla corrente dell'aria prodotta dal movimento della macchina e delle ruote. Se in tal caso incontrano le ruote, essi sono slanciati ad una grande distanza dai raggi delle medesime e possono cagionare degli incendj. Per riparare ad un tale inconveniente generalmente viene disposto sotto il graticcio della macchina un cinerario che è una specie di cassa di lamiera rettangolare aperta anteriormente. Con un tale apparato si ottiene lo scopo convenientemente; ma esso nuoce all'aspirazione e rende difficile l'estinzione del fuoco durante il cammino. Alcune volte si sopprime la massima parte del fondo del cinerario. In Baviera lungo le strade dello Stato, secondo il Lechâtelier, il cinerario è composto di quattro fogli di lamina mobili, ciascuno intorno ad un asse e collegati fra loro come le lame delle persiane mobili. Un' asta che termina alla piattaforma della macchina, il cui manubrio è alla portata del meccanico, serve a ricondurre i quattro fogli nella loro posizione verticale allorquando si vuol gettare il fuoco o vuotare il cinerario. Nel caso che si abbruci la legna,

l'orificio anteriore del cinerario è chiuso da un graticcio meccanico che impedisce la projezione delle scintille.

Graticcio della camera del fumo. — Le scintille trasportate dall'aspirazione fuori del camino possono cagionare dei disastri in tutto conformi a quelli del graticcio. Per questo motivo nelle vecchie macchine si collocava una specie di staccio o vaglio in filo di ferro alla sommità del camino o nella parte inferiore. Questo apparato nuoceva all'aspirazione e perciò vi si è dovunque sostituita una piastra in lamina forata od un graticcio in ferro galvanizzato, situato nella camera del fumo al disopra dell'ordine superiore dei tubi.

Nelle macchine ove si abbrucia la legna si usa di un apparato più complicato conosciuto sotto il nome di *Apparato di Klein* (figura 115), che il Lechâtelier descrive nel seguente modo.

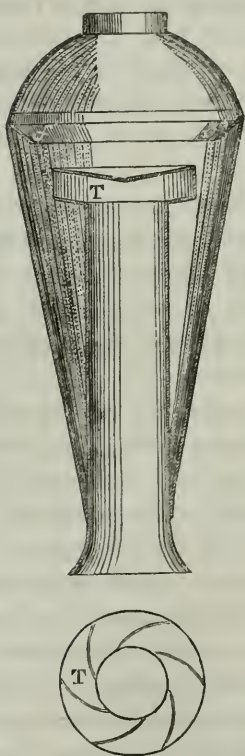



Fig. 115.

« Questo apparato è fondato sulla separazione o lo spartimento che si opera fra le materie di diversa densità allorchè esse sono trascinate da una medesima corrente che sia sottoposta ad una inflessione brusca. Esso si compone di due parti principali; la prima è una specie di turbine T della forma di ventilatore colle ale ricurve assicurate in modo invariabile sulla sommità del camino: delle due superficie fra le quali sono intercalate le ali, l'una (l'inferiore) ha un foro dello stesso diametro di quello del camino, l'altra è di forma conica rovesciata e presenta la sua sommità nell'asse del camino; questa è limitata a tre quarti circa della sua altezza ordinaria. Le scintille uscendo colla corrente del vapore vanno ad urtare il cono rovesciato, si piegano orizzontalmente ovvero dall'alto al basso, strisciano alla superficie delle palmette ricurve e sfuggono tangenzialmente alle ultime parti curveggiate. La seconda parte consiste in una incamiciatura formata da due tronchi di cono riuniti da un anello cilindrico che abbraccia il camino ai due terzi, ovvero alla metà dell'altezza ed interamente l'apparato a palmette ricurve; il cono inferiore è rovesciato e di forma allungata, il cono superiore è schiacciato, e la sua base superiore aperta, dà uno sfogo libero al vapore ed al gas della combustione. Questo camino presenta esattamente la forma dell'incamiciatura di un alto fornello rovesciato. Le scintille uscendo del tur-

bine tangenzialmente alle palmette, vanno ad urtare nell'incamiciatura conica sotto un angolo molto acuto, strisciano sulla sua superficie, ed allorquando il loro movimento di rotazione si rallenta per lo sfregamento, cadono nello spazio compreso fra il camino e l' estremità inferiore del cono da cui si estraggono interpolatamente col mezzo di una piccola porta ivi praticata. Per trattenere le scintille, che nel loro movimento di rotazione contro le pareti del camino tenderebbero ad innalzarsi ed a rientrare nella circolazione del vapore e del gas, venne collocato un gran foglio di lamiera sporgente nell'interno, ovvero che congiunge il cono inferiore colla parte cilindrica. La corrente gasosa dopo di aver subita una brusca inflessione, sfugge dall'orificio superiore compiutamente sgombro di scintille. Tutti i passaggi aperti alla corrente del vapore e del gas hanno una sezione molto maggiore di quella del camino, in conseguenza di che l' aspirazione non soffre alcuna diminuzione sensibile. Un tale apparato non ha che un debole inconveniente, che è quello di aumentare il volume del camino e di presentare una superficie molto più grande all'azione del vento, ma questa superficie si trova tutt'al più doppia di quella dei camini ordinarj. L'incamiciatura nella sua massima larghezza presenta un diametro triplo di quello di questi camini. »

Scappamento. — Il tubo di scappamento, che conduce il vapore dai cilindri nel camino, si innalza qualche volta verticalmente nel mezzo della

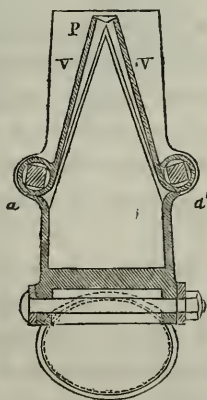
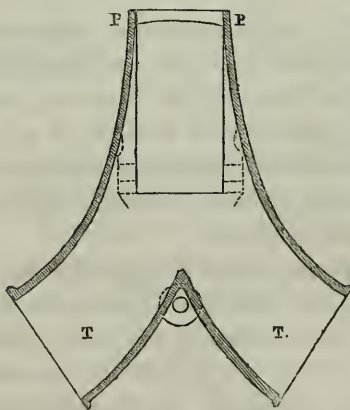



Fig. 116. Fig. 117.

camera del fumo, oppure si compone di due rami (figure 116-117) che si riuniscono in un tronco ove essi sboccano nel camino. I tubi di scappamento sono ordinariamente in rame rossetto ed alcune volte in ghisa. È d'uopo evitare più che sia possibile di loro assegnare delle piegature brusche, onde non aumentare inutilmente la contropressione del vapore sullo stantuffo. È utile di poter far variare a piacere la sezione dell'orificio di

scappamento, poichè quanto più si restringe questo orificio, altrettanto l'aspirazione è attiva, ma è altresì più forte la contropressione; è d'uopo adunque di conservarla possibilmente aperta, per quanto lo permetta la combustione. Si sono proposti molti apparati per *rendere lo scappamento variabile*; non descriveremo però che il seguente, stato dapprima impiegato sulla ferrovia da Strasburgo a Basilea, poi adottato successivamente su tutte le altre linee. I tubi di scappamento *T* (fig. 116-117) terminano con due superficie piane parallele *PP*, fra le quali strisciano girando intorno agli assi *a a* delle valvule rotonde *V V*. Gli assi *a a* sono prolungati esternamente alla camera del fumo e possono essere mossi dal meccanico col mezzo di un'asta filettata a vite *t t* (fig. 118-119), da piccole manovelle *m*, *m'*, *m''* e dal volante a chiocciola *E*, il cui sostegno *S* è assicurato alla camera del fuoco.

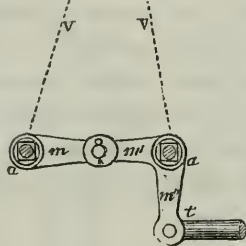
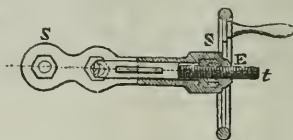



Fig. 118. Fig. 119.

Registro. — Allorchè si vuol diminuire la forza dell'aspirazione di una macchina in cammino, si apre una piccola porta a *culisse*, situata lateralmente alla camera del fumo. Da ciò risulta un richiamo d'aria considerevole, che diminuisce d'altrettanto la quantità di aria che attraversa il combustibile. Si move generalmente questa porta col mezzo di una lunga verga che scorre longitudinalmente al corpo cilindrico della caldaja, che si trova in tal modo alla portata del meccanico.

Porta del cinerario e cappello del camino. — È utile di poter eliminare quasi interamente l'aspirazione allorchè la macchina è ferma. A tal effetto si colloca sovente una porta mobile davanti alla bocca del cinerario; questa porta, che gira intorno ad un asse orizzontale, si move dalla piattaforma del meccanico. Chiudendola più o meno, si può eziandio moderare l'energia della combustione che si attiva. Infine si chiude l'orificio superiore del camino col mezzo di un otturatore o cappello (*capuchon*) mobile intorno ad un asse verticale che discende al lungo del camino; tale apparato compie l'insieme delle disposizioni col mezzo delle quali si rende meno forte il consumo del combustibile durante lo stazionamento della macchina.

Regolatore. — Il regolatore, di cui abbiamo indicate le funzioni alla pag. 154, presenta delle disposizioni che variano all'infinito.

Nelle prime macchine esso consisteva in un robinetto ovvero in una valvula che si moveva dall'esterno col mezzo di un' asta girante o di una vite; i robinetti andavano sottoposti a *intorpidirsi*, vale a dire che l' aderenza fra le due superficie sfreganti diventava qualche volta così forte, che era impossibile di farle strisciare l'una su l'altra; le valvule premute direttamente dal vapore si rendevano molto difficili da togliersi dal posto, e le congiunzioni di questi due apparati consunte dal passaggio del vapore cessavano in breve termine di chiudere ermeticamente il condotto.

Nel *Regolatore a farfalla* (fig. 120) l'estremità del tubo conduttore è chiusa da un diafragma la cui superficie è lavorata accuratamente. Questo diafragma è pertugiato in quattro luoghi situati sui due diametri perpendicolari fra loro; la lunghezza di tali pertugi è alquanto minore di quella delle parti piene da cui sono separati. Un disco mobile circolare che si chiama *farfalla* (papillon) si applica sulla superficie verticale del diafragma; esso è guidato nel suo movimento da un asse centrale che penetra nella parte fissa del regolatore, in cui sono praticati dei pertugi in tutto simili a quelli del diafragma. Se si fa girare il disco mobile intorno al suo asse sino a che le parti piene vanno a corrispondere coi pertugi della parte fissa, il passaggio del vapore resta interrotto. Facendo corrispondere più o meno esattamente le due serie di orificj, si lascia al vapore un passaggio più o meno ampio. Una molla che poggia sul disco mobile lo costringe a rimanere costantemente applicato al suo posto. La farfalla si move col mezzo di un albero a manovelle che esce dalla caldaja attraversando un otturatore (*presse-étoupes*) e col mezzo di due piccole aste snodate pendenti. Questo regolatore si intorpidisce di rado, ma lascia luogo spesso a delle fughe del vapore, inquantochè si interpongono

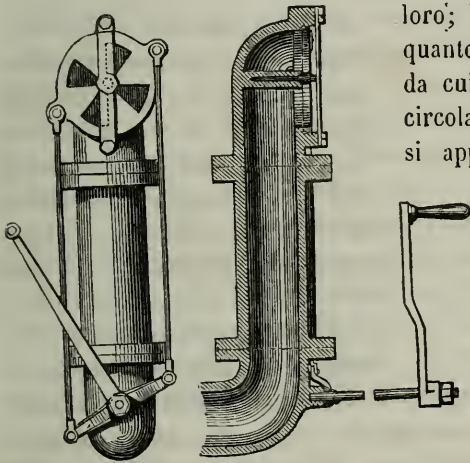
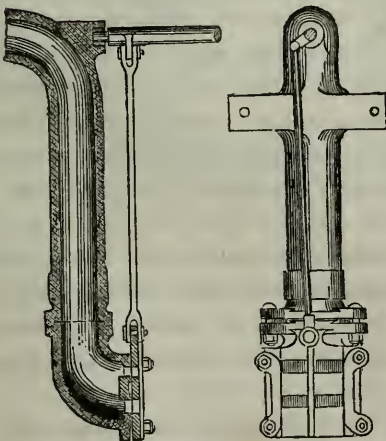



Fig. 120.

Fig. 121.

delle materie estranee fra le due superficie sfreganti, per cui il consumo è disuguale.

Il *regolatore a scatola* — (fig. 121) presenta molta analogia col precedente; esso si compone generalmente di una piastra rettangolare mobile che ha uno o più orificj egualmente rettangolari. Questa piastra striscia su di una tavola fissa, nella quale sono degli orificj analoghi; se i vuoti della scatola mobile corrispondono ai vuoti della parte fissa, il regolatore è aperto ed il vapore ha un passaggio libero; se al contrario i pieni della scatola sono sovrapposti ai vuoti della tavola fissa, il regolatore è chiuso e perciò il vapore non vi può passare. Il regolatore a scatola è posto in movimento come quello a farfalla e deve avere una superficie limitata più che sia possibile, onde non sia troppo duro a moversi.

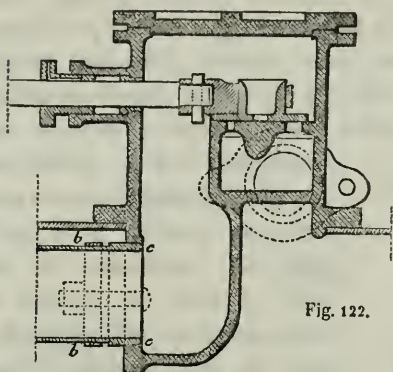



Fig. 122.

In molte macchine di recente costruzione il regolatore a scatola venne disposto nel modo indicato dalla fig. 122. L'asse della scatola esce direttamente dalla cassa in ghisa nella quale si trova, ed attraversa due otturatori (*presse-étoupes*); si move col mezzo di una leva a manico situata sulla camera del fuoco. Questa disposizione è vantaggiosa nelle macchine ove il serbatojo del vapore si trova molto elevato, affinchè l'acqua non sia trascinata dal vapore nè punto nè poco. Con questo sistema si può visitare e riparare facilmente il regolatore. Allorquando viene il medesimo adottato, la presa del vapore si effettua col mezzo del tubo fesso longitudinale di cui abbiamo parlato alla pag. 154.

Tubo di condotta del vapore. — Il tubo pel quale il vapore si porta dalla caldaja ai cilindri è generalmente in rame rossetto, salvo le parti ove si trova il regolatore e quelle in cui cominciano i condotti distinti dei due cilindri. La congiunzione del tubo colla parte fissa del regolatore merita di essere descritta; vi è un cono in ottone situato all'estremità del tubo in rame, che penetra in un tubo interno esattamente simile in ghisa levigato; le due parti sono serrate l'una contro l'altra col mezzo di due bolloni e di un collare.

Allorquando il regolatore non è all'esterno, la parte orizzontale del tubo di presa del vapore attraversa la piastra tubulare e la camera del fumo, a cui vi è bollonata, come pure la parte in ghisa (*culotte*) col mezzo della quale si effettua la biforcazione.

Sopra questa parte, ovvero sulla scatola del regolatore, allorquando essa è all'esterno, si congiungono i tubi speciali di ciascuno dei due cilindri.

Questi tubi sono in rame rossetto e seguono le pareti della camera del fumo onde non ingombrare i tubi del fumo stesso. Qualora essi si trovino all'esterno, si applicano sulla caldaja e sono coperti da un inviluppo in lamina sottile che ne impedisce il raffreddamento.

Alcune volte la congiunzione della scatola a cassetta si fa col mezzo di un otturatore (*presse-étoupes*) onde non impedire le dilatazioni.

La somma delle sezioni dei due tubi deve essere eguale a quella del tubo principale.

MACCHINISMO MOTORE E DISTRIBUZIONE.

In questo paragrafo dobbiamo descrivere i cilindri, le scatole del vapore, gli stantuffi, le cassette e loro accessorj, gli strisciatori, le teste degli stantuffi, le aste snodate (*bielles*), le manovelle ed il meccanismo che opera la distribuzione.

In fine si prenderanno in esame le modificazioni che si fanno subire all'apparato di distribuzione per utilizzare l'espansione del vapore.

Cilindri e scatole del vapore. — Abbiamo già veduto che l'apparato motore consiste in due parti perfettamente simmetriche disposte dall'uno e dall'altro lato dell'asse della macchina.

Il cilindro è un tubo in ghisa della grossezza da 20 a 25 millimetri, la cui parete interna è possibilmente levigata, vale a dire tornita in maniera da formare un cilindro perfetto e scevro da qualsiasi sporgenza o rugosità. Alle due estremità il cilindro è munito di collari che sono una specie d'anelli fusi con esso ed ai quali si congiunge il fondo ed il coperchio. Il collare del fondo, situato posteriormente al cilindro, è spesso nell'interno; questa disposizione dà alla congiunzione una maggior solidità ed alla giunta una maggior durata. Il collare del coperchio situato anteriormente è sempre all'esterno; senza di che esso ristringerebbe l'apertura del cilindro e si opporrebbe all'introduzione dello stantuffo. Questa disposizione è ragionata; in fatti succede assai di rado di dover togliere il fondo da un cilindro di una macchina in servizio, mentre è d'uopo invece levare il coperchio tutte le volte che si vuol visitare o riparare lo stantuffo o la superficie interna del cilindro. I collari devono essere ben costrutti, vale a dire perfettamente piani e perpendicolari all'asse del cilindro;

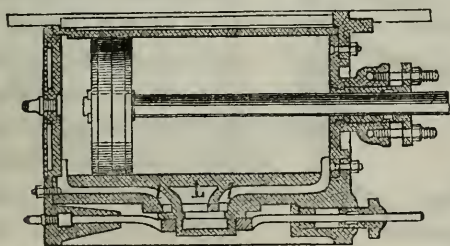



Fig. 123.

il fondo ed il coperchio vanno anch' essi eseguiti esattamente ed assicurati al cilindro col mezzo di bolloni. Ambedue sono muniti di una sporgenza cilindrica da 0^m 05 a 0^m 06 di lunghezza che penetra nel cilindro e serve a centrarli. Onde rendere la congiunzione perfettamente salda, si interpone fra le due superficie una funicella incatramata e circondata di mastice col minio.

Le *luci d'introduzione l l* (fig. 123 e 125) partono ambedue *dalla tavola del cilindro* e finiscono alle due estremità di questo cilindro e più prossimamente al collare che è possibile; il loro prolungamento è marcato sulla bocca del fondo e del coperchio; le luci sono di forma rettangolare e ciascuna ha la sezione di circa $^1/_{10}$ di quella dello stantuffo.

La *luce di scappamento L* situata fra le due precedenti ha una sezione pressochè doppia di ciascuna di queste; essa segue per una determinata lunghezza la parte del cilindro, poi viene a congiungersi, col mezzo di collari e di bolloni, al tubo in rame o in ghisa che conduce il vapore alla biforcazione dello scappamento.

Nelle vecchie macchine la *scatola del vapore* si componeva di un telajo in ghisa bollonato sulla tavola del cilindro e chiuso da un coperchio congiunto nell'egual maniera. Ora i costruttori preferiscono di fonderli col cilindro (fig. 124); questa disposizione, che non presenta gravi difficoltà di fusione, sopprime una giuntura, ciò che è sempre vantaggioso.

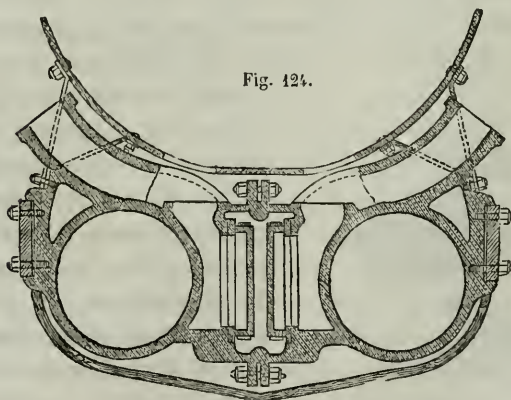



Fig. 124.

Allorquando i cilindri sono interni e le scatole del vapore situate sul fianco di questi cilindri, essi sono generalmente così vicini per poterli riunire in maniera da non formare che una sola capacità. In tal caso la parte anteriore della scatola comune è chiusa da una piastra mobile unica che lascia adito a poter visitare e riparare le tavole dei cilindri senza smontarli. Una tale disposizione stata adottata nelle macchine per le merci della strada ferrata da Parigi a Strasburgo è molto solida, ma presenta l'inconveniente di essere incomoda nelle riparazioni; laonde si è preferito nelle macchine miste e per le merci della strada ferrata di Lione di trasportare le cassette obliquamente sotto i cilindri e di chiudere la parte inferiore della scatola a vapore con una gran piastra mobile.

Qualora i cilindri si trovano all'esterno, riescono i medesimi troppo distanti perchè si possano riunire le loro scatole a vapore; in tal caso si chiudono esse col mezzo di grandi piastre assicurate convenientemente da nervature. Generalmente si rende mobile la parete anteriore di queste scatole onde poter introdurre l'asse della cassetta, come ha luogo nelle macchine pei viaggiatori della strada da Parigi a Lione. In allora si riuniscono le due scatole a cassette col mezzo di uno o due tiranti in ferro *e* (fig. 125), che consistono in una specie di chiavarda che porta quattro galletti chiusi sopra forti orecchiette in ghisa fuse insieme alla scatola a cassetta.

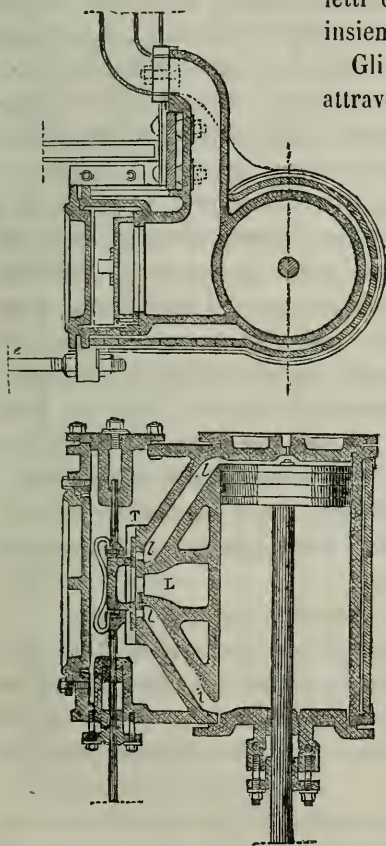



Fig. 125.

Gli assi degli stantuffi e delle cassette *(tiroirs)* attraversano i fondi dei cilindri e delle scatole a vapore e devono scorrere senza disperdere il vapore dai fori che vi sono praticati. A quest'effetto tali fori sono muniti di *stuffing-box*, ovvero *scatole a stoppa*, che sono cavità cilindriche nelle quali si comprimono, mediante coperti chiusi da due bolloni, delle treccie di canape immerse nel sego. Le parti metalliche che sono esposte allo sfregamento degli assi devono essere in bronzo onde ovviare al consumo troppo rapido degli assi stessi; a tal effetto il fondo è munito di un grano *G* (fig. 126) e tutto il coperchio è fatto con questa lega. L'ingrassamento di tali apparati si eseguisce col mezzo di calici.

Le *cassette* (tiroirs) sono generalmente in ghisa ed alcune volte in bronzo. La ghisa di buona qualità non dà luogo ad un maggior attrito, del bronzo e costando essa molto meno, ottiene generalmente la preferenza. Precedentemente abbiamo già descritto sommariamente la forma e le funzioni delle cassette; ora entreremo in alcuni particolari a tale riguardo.

Le fig. 127 *A*, *B*, *C* rappresentano le tre posizioni principali che può avere la cassetta. Nella figura A il vapore che riempie la camera della cassetta penetra nella capacità 1 del cilindro ed obbliga lo stantuffo a correre nel senso indicato dalla freccia, mentre quello contenuto nella capacità 2

si spande nell'atmosfera. Ha luogo il rovescio quando la posizione della cassetta risulta quella rappresentata dalla fig. *B*. Infine allorchè la cassetta ha il posto rappresentato dalla fig. *C*, essa intercetta qualunque comunicazione del cilindro sia colla camera del vapore sia col tubo di scappamento. La posizione *C*, che si chiama *posizione media* inquantochè divide in due parti eguali lo spazio che si percorre dalla cassetta per passare da una delle *posizioni estreme A* all'altra *B*, è quella che assume la cassetta allorquando lo stantuffo si trova in uno dei punti estremi della corsa. In fatti se prendiamo a considerare la fig. *C*, si scorge che basta spostare la cassetta di una piccola quantità in un senso o nell'altro perchè il vapore entri sull'una o sull'altra superficie dello stantuffo e sfugga dal lato ove esso riempiva precedentemente il cilindro. Ne risulta da ciò *che tutte le volte che lo stantuffo è all'estremo della sua corsa, la cassetta deve essere alla metà del suo cammino.* Se proseguiamo un tale esame, si vede egualmente che *affinchè lo stantuffo si metta in movimento nell'uno o nell'altro senso allorquando è in vicinanza ad una delle estremità della sua corsa è d'uopo che la cassetta cammini eziandio nella stessa direzione.*

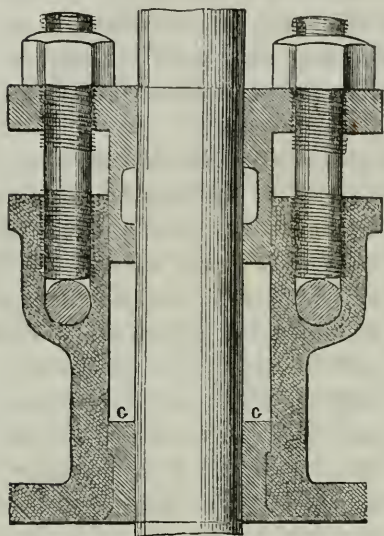



Fig. 126.

Dai due fatti che abbiamo enunciati si deduce la seguente regola.

Nello stesso tempo che lo stantuffo passa da un' estremità all' altra della sua corsa la cassetta, che occupa la posizione media, cammina prima nella stessa direzione dello stantuffo sino a che giunge nella sua posizione estrema e ritorna alla posizione media al momento in cui lo stantuffo giunge all'estremo della sua corsa.

Noi vedemmo più sotto come le cassette ricevano il movimento della macchina qualora sia dessa in cammino; vedremo pure le modificazioni che conviene introdurre in questa distribuzione normale per ricavare dal vapore il maggior utile possibile.

La cassetta è sottoposta a consumarsi, ed accade spesso che si levi per dar passaggio all'aria compressa dallo stantuffo allorquando il meccanismo del cambiamento del cammino si dispone per correre indietro nel tempo che la macchina continua il suo movimento avanzandosi. Il perchè si colloca in un telajo in ferro generalmente lavorato insieme all'asse che comunica il movimento

alternativo della cassetta. Una molla r (fig. 128) assicurata al telajo la costringe continuamente a rimanere al suo posto. Allorquando le cassette sono disposte lateralmente ai cilindri ovvero al di sotto dei medesimi, l' asse t porta un prolungamento t' al di là del telajo; questo prolungamento penetra nella parete anteriore della camera della cassetta, di maniera che l'asse si trova guidato alle due estremità nel suo movimento rettilineo.

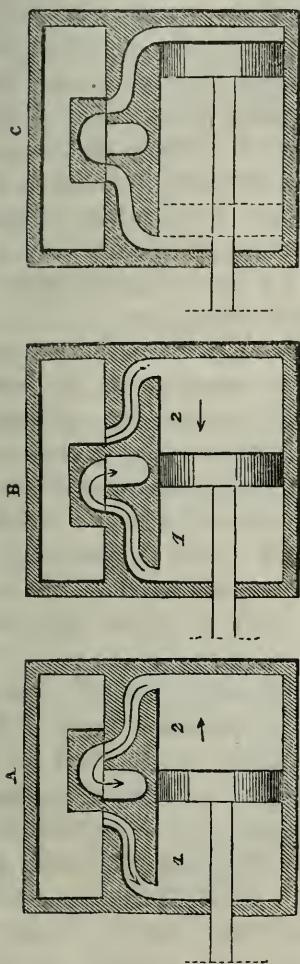



Fig. 127.

I cilindri sono muniti alle due estremità della generatrice inferiore di due robinetti in bronzo che il meccanico può aprire o chiudere a piacere dalla sua piattaforma, sia col mezzo di una verga con manico, sia mediante un'asta snodata o di un asse a manovelle. È utile di collocare un robinetto simile sotto le scatole a vapore. Tali robinetti, che si denominano *purgatori*, sono destinati a lasciar scolare l'acqua di condensazione che si depone nei cilindri allorquando le pareti si raffreddano e quella che sovente viene tradotta dal vapore.

Il coperchio dei cilindri e qualche volta la camera della cassetta, portano un altro robinetto che serve ad ingrassare le superficie sfreganti. La disposizione rappresentata dalla fig. 129 lascia luogo all'ingrassamento durante il cammino. Essendo aperto il robinetto r, quello r' rimane chiuso, si riempie d'olio la calotta sferica s, poi si chiude r e si apre r', e l' olio penetra nel cilindro.

In origine i cilindri erano sempre situati nell'interno della camera del fumo; in allora venivano assicurati col mezzo dei collari sulla piastra tubulare e sulla parete anteriore di questa camera. Una tale disposizione logorava la caldaja e non presentava una solidità bastante; pertanto attualmente i cilindri vengono assicurati direttamente sulle travi longitudinali dell' intelajatura col mezzo di larghe zanche in ghisa. Non si deve trascurare nulla affinchè i cilindri siano perfettamente assicurati al meccanismo della macchina; a tal effetto si devono attaccare direttamente all'intelajatura. Ciò non pertanto è

molto utile di collegarli anche alla camera del fumo, affinchè tutte le parti che compongono la macchina siano congiunte le une colle altre.

Allorquando i cilindri non sono compresi nella camera del fumo, è necessario di preservarli dal raffreddamento che emergerebbe dal contatto immediato delle loro pareti coll'aria che si rinnova senza tregua quando cammina la macchina. A questo scopo si circondano da un inviluppo in feltro e legname, che si avvolge qualche volta anche di lamiera. Il coperchio è fatto in maniera da presentare una cavità che si riempie di feltro e si ricopre di una piastra di ferro o di ottone. Si opera altrettanto per la piastra che copre la camera della cassetta. La fig. 125 indica bastantemente le disposizioni di questo inviluppo.

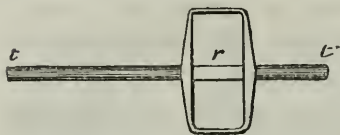



Fig. 128.

Fig. 129.

Teoricamente la distanza che separa il fondo dal coperchio di un cilindro dovrebbe essere eguale alla corsa dello stantuffo aumentata dalla grossezza dello stantuffo medesimo. Ma se una tale lunghezza non si accresce, accade che qualsiasi piccolo dissesto negli organi di trasformazione del movimento o la più piccola quantità di materie estranea solida o liquida produrrebbe inevitabilmente la rottura del cilindro e del suo fondo. Per ovviare a questa rottura si assegna al cilindro uno spazio maggiore, che eccede nella lunghezza da 20 a 25 millimetri, il quale si chiama *agio dello stantuffo*.

Stantuffi. — Nello stantuffo si distinguono tre parti principali, cioè il *corpo*, *l'asse* e la *guarnitura*. Il corpo dello stantuffo si compone di due dischi che si denominano *piastre*, del diametro alquanto minore del cilindro. Uno di questi dischi, quello *d d* (fig. 130), ha nel mezzo un rigonfiamento *s s* con quattro orecchie levigate e nell'interno coniche. L'estremità dell'asse dello stantuffo penetra nel mezzo di questo spazio e viene assicurata mediante una chiavetta che gli attraversa ambedue. La seconda piastra *d' d'* ha una semplice apertura circolare, nella quale entra l'estremo del rigonfiamento di cui verremo a parlare; i due dischi trovansi riuniti da quattro bolloni le cui teste ed i galletti sono internati nella grossezza della ghisa, onde non risulti alcuna sporgenza dal corpo dello stantuffo.

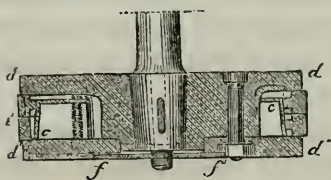



Fig. 130.

La piastra $d' d'$, come pure i galletti dei bolloni, devonsi trovare lateralmente al coperchio del cilindro, onde si possa visitare la guarnitura dello stantuffo senza farla uscire interamente.

Un *freno* $f f$, formato da una piastra di ferro incavata in maniera da abbracciare i galletti onde impedire che girino, è egualmente incastrata nella piastra mobile e conservata in posto col mezzo di una robusta *copiglia* (*) che attraversa l'estremità dell'asse dello stantuffo; infine si copigliano eziandio i bolloni affinchè essi non possano nè girare nè uscire dai loro posti.

In molte macchine costrutte recentemente l'asse è terminato da due coni, le cui basi maggiori sono separate da un pezzo cilindrico (figura 131 e 132). In allora le due piastre sono quasi del tutto eguali e congiunte al detto pezzo da quattro bolloni in luogo di esserlo dalla chiavetta sull'asse. Questo sistema ha il grave inconveniente di lasciar prendere agio alle piastre sull'asse. È perciò mestieri di abbandonarlo.

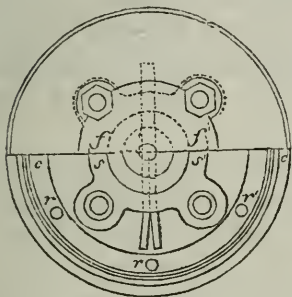
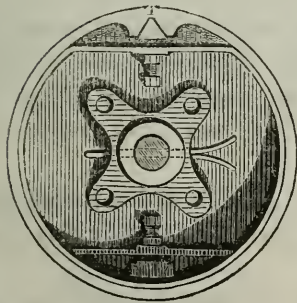



Fig. 131.

Fig. 132.

La migliore disposizione consiste nell'assicurare le piastre all'asse con viti. Ma le viti devono essere leggermente coniche e con un passo robusto. Si applicano e si girano le madreviti l'una sull'altra, poi si stringono con una barra di 4 metri di lunghezza, mossa da quattro uomini in modo da ottenere il massimo chiudimento. In seguito si attraversa il tutto col mezzo di una spina in acciajo. Gli assi collocati in qualsiasi altra maniera prendono agio, mentre disposti in tal modo si conservano saldi.

La guarnitura si compone sempre di due anelli in ghisa od in bronzo sovrapposti, che si chiamano *segmenti*. In giornata la ghisa è generalmente preferita per gli stantuffi, e ciò per lo stesso motivo che viene adottata per le cassette.

I segmenti sono sempre fessi in uno o più punti della loro circonferenza onde poter essere applicati esattamente contro le pareti del cilindro; essi sono disposti in modo che il *pieno cada sulle unioni*, vale a dire che le fenditure di uno non corrispondano a quelle dell'altro. Si impedisce l'uscita

(*) La *copiglia* è una biella di ferro che si infila nell'occhio delle caviglie di ferro per tenerle più salde.

del vapore col mezzo di *cunei* ed anche con *piccole piastre* che si adattano esattamente alla forma interna del segmento, senza di che il vapore penetrerebbe dalle fenditure di uno dei segmenti nell'interno dello stantuffo e per esso uscirebbe dall'altro segmento. Nel vuoto che esiste nel corpo dello stantuffo si trovano delle molle che premono sui cunei o sulle piastre ed impediscono in tal maniera alla guarnitura di staccarsi dalle pareti del cilindro. A tal effetto si impiegavano dapprincipio delle molle spirali, poi delle piccole molle piatte che si stringevano col mezzo di viti. Ma ora generalmente si dà la preferenza ai segmenti ad una sola fenditura munita di cunei e di una gran molla circolare, che è più elastica che le molle piccole, ovvero si impiegano le molle spirali.

In un altro stantuffo costrutto dietro le indicazioni del Goussart i segmenti sono costretti ad aprirsi da una bacinetta conica che è premuta da piccole molle spirali. Obbedendo all'azione di queste molle la bacinetta s'appoggia a piccoli beccatelli in ghisa fusi coi segmenti che fanno parte del copri-giunte. La disposizione di questo stantuffo è buona, ma la manutenzione è costosa ed è difficile a costruirla lodevolmente.

Nelle prime macchine in sostituzione delle molle vi era una guarnitura di canape; un tale sistema è interamente abbandonato, inquantochè il canape perde in breve tempo la sua elasticità in conseguenza del contatto col vapore ad un'alta temperatura e per l'ingrassamento ed i depositi che sono tradotti nel cilindro.

Allorquando lo stantuffo è discosto dal fondo del cilindro, esso tende a comprimere sulla parte inferiore del cilindro stesso. Un tale effetto peraltro non può aver luogo che nel caso in cui l'asse pieghi; ciò che produce degli attriti nocevoli ed un consumo disuguale del cilindro. Onde evitare questa flessione, qualche volta si sostiene il corpo dello stantuffo ed il suo asse col mezzo di due piccole molle che si appoggiano alle due estremità sul corpo dello stantuffo, le quali si regolano col mezzo di viti internate nella loro grossezza e che premono sui segmenti.

L'asse dello stantuffo è in acciajo tornito e levigato. Esso è perfettamente cilindrico, salvo l'estremo che penetra nel corpo e quello che riceve la testa dello stantuffo.

Abbiamo già descritte le due forme che si adottano di preferenza nella applicazione dell'asse al corpo dello stantuffo; l'altro estremo è congiunto in maniera da formare un cono allungato.

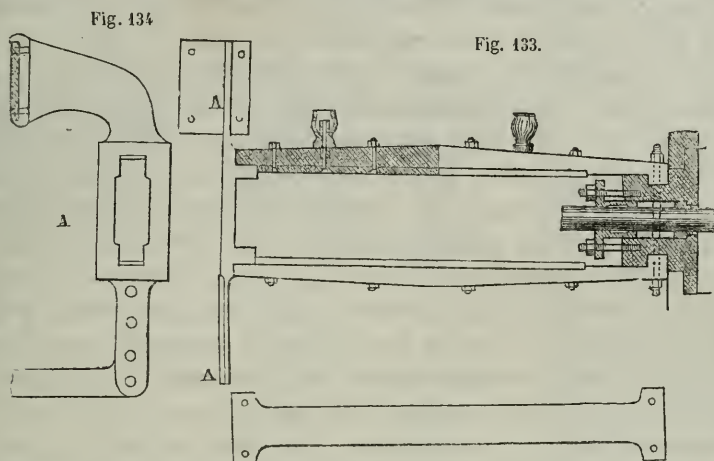
Teste degli stantuffi e strisciatori. — L'asta snodata *(bielle)* riceve dalla parte dello stantuffo delle pressioni che in conseguenza della obliquità che presenta la stessa asta in quasi tutte le sue posizioni, tendono a piegare l'asse dello stantuffo.

Da ciò risulta la necessità di guidare l'estremo di quest'asse nel suo movimento rettilineo.

A tal effetto si dispongono al disopra ed al disotto dell' asse due regoli piatti che si chiamano *strisciatori* (glissières) (fig. 133).

Gli strisciatori sono in acciajo ed in ferro coperti da una lastra d'acciajo assicurata col mezzo di bolloni colla testa internata.

La superficie inferiore dello strisciatore superiore e la superficie superiore dello strisciatore inferiore sono perfettamente piane; di più il loro asse si

Fig. 134 Fig. 133.

trova nello stesso piano verticale dell'asse del cilindro ed è paralello al medesimo. Da una parte gli strisciatori sono assicurati sul corpo dell'*otturatore a stoppa* del cilindro e dall'altra parte ad un *manettone* A solidamente attaccato al corpo della macchina. Questo *manettone* alcune volte è pieno e qualche volta vuoto (fig. 134) secondo che l'asta snodata è retta o biforcata.

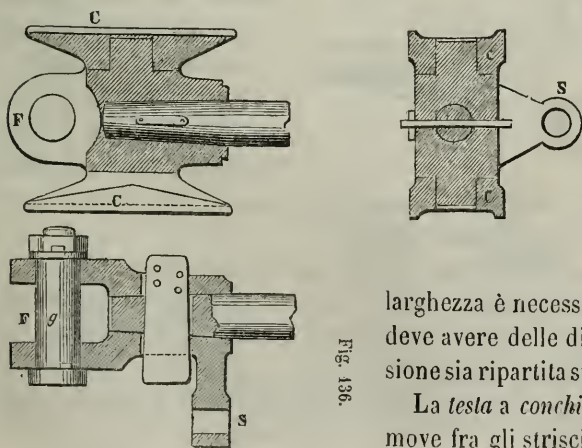



Fig. 135. Fig. 136.

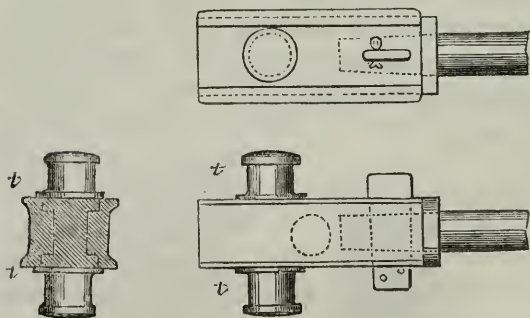
Trovandosi gli strisciatori solidamente assicurati alle due estremità, tendono specialmente a piegarsi verso la metà della loro lunghezza; per modo che la gross.[a] va crescendo dalle estremità al mezzo. La loro larghezza è necessariamente costante; essa deve avere delle dimensioni tali che la pressione sia ripartita su di una grande superficie.

La *testa* a *conchiglia* dello stantuffo, che si move fra gli strisciatori in ferro è forata da

un pertugio conico nel quale penetra un cono in cui termina l'asta dello stantuffo. La congiunzione vi è praticata col mezzo di una robusta chiavetta che si copiglia onde non possa schiudersi nel cammino.

Nella conchiglia si distinguono il *corpo*, gli *incastri* (coulisseaux) e gli *orecchioni* (tourillons). Esiste una infinità di disposizioni di questa specie: ma esse quasi tutte si conformano ai seguenti due tipi.

Allorquando l'asta snodata è retta, il corpo della conchiglia presenta la forma biforcata F (fig. 135) fra i due rami della quale viene a collocarsi una delle teste dell'asta snodata. Un bollone o perno g obbliga l'asta snodata a seguire il movimento dello stantuffo, lasciandolo però oscillare in un piano verticale. I gargami od incastri $C\ C$ sono assicurati col mezzo di viti alla conchiglia, oppure sono trasportati nel suo movimento da due piccole sporgenze cilindriche di questa conchiglia che vanno ad internarsi nei gargami. In quest'ultimo caso essi possono piegare alle piccole irregolarità che presentano qualche volta gli strisciatori. Gli incastri possono essere in ghisa, in bronzo od in acciajo. La ghisa acquista un bel pulimento e presenta molta durata allorquando si ingrassa con cura al principio; il bronzo ha il difetto di consumarsi prontamente, e l'acciajo quello di rigarsi frequentemente negli strisciatori. È opportuno che la congiunzione dell'asse dello stantuffo colla conchiglia sia piena affinchè il passaggio della chiavetta non la indebolisca. A tal effetto si divide in due il cilindro in bronzo che guarnisce l'otturatore a stoppa onde lasciar passare l'asse.

Fig. 137.

Sovente il bollone che assicura l'asta snodata alla conchiglia dello stantuffo non si trova al centro degli incastri. Una tale disposizione consuma rapidamente ed irregolarmente le parti sfreganti e gravita sull'asse dello stantuffo; è d'uopo perciò di evitarla.

Nella fig. 136 che rappresenta la conchiglia delle macchine dei viaggiatori della strada ferrata di Lione, l'asta s serve a mettere in movimento lo stantuffo della tromba.

Allorquando l'asta snodata è biforcata, il corpo della conchiglia è pieno e porta generalmente due orecchioni $t\ t'$ (fig. 137) laterali che ricevono i due rami dell'asta snodata. Altre volte è attraversata da un sol asse che ora può girare in un anello in bronzo applicato a questo scopo nel suo interno, ora è assicurato almeno da una copiglia. La disposizione degli incastri è la medesima di quella già indicata.

Nelle macchine di Sharp e Roberts vi sono quattro strisciatori per cilindro assicurati lateralmente al corpo della macchina. La conchiglia è biforcata ed è attraversata da un piccolo albero che serve di punto d'attacco all'asta snodata e porta a ciascuna estremità un incastro. Tale disposizione, quantunque buona, è generalmente abbandonata inquantochè esige quattro strisciatori per cilindro, ciò che è quasi sempre di incomodo.

Aste snodate. (*bielles*) — Le aste snodate trasmettono il movimento dello stantuffo alla sala a manovelle. Esse compongonsi di tre parti, cioè le due teste ed il corpo dell' asta snodata. Come abbiamo detto, l'una delle teste è collegata coll'asse dello stantuffo e l'altra colla sala; la prima si chiama *piccola testa* e la seconda *grossa testa*. L'asta snodata è biforcata (figura 138) o retta (fig. 139). Allorquando è retta, essa penetra nella testa dello stantuffo ed abbraccia la conchiglia a destra ed a sinistra degli strisciatori. Quest'ultima disposizione per molto tempo venne preferita; ciò non ostante l'esecuzione è costosa, e se non è perfettamente applicata, produce delle trazioni oblique che cagionano qualche volta la rottura.

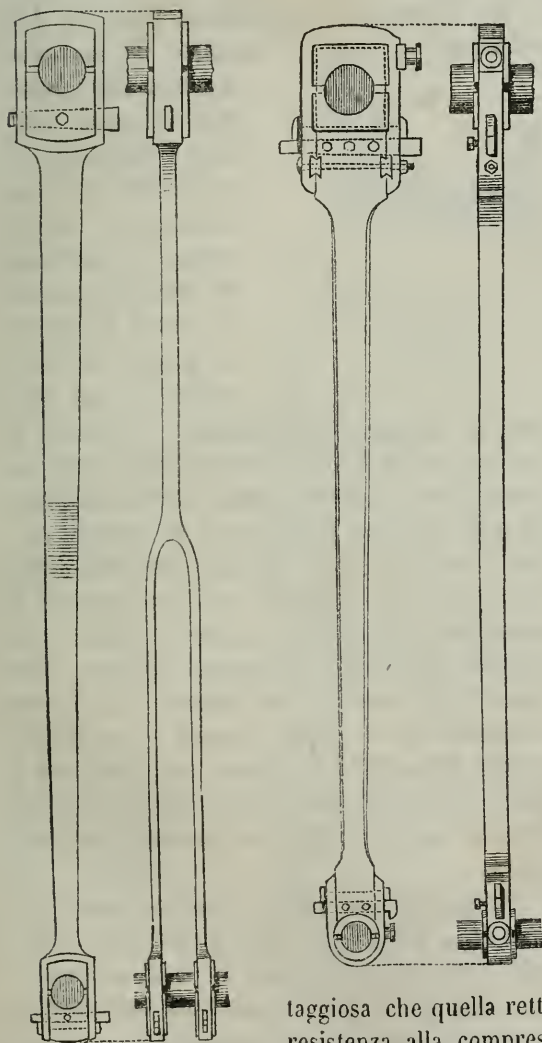



Fig. 139. Fig. 138.

La sezione delle aste snodate può essere circolare o rettangolare. La forma circolare è più vantaggiosa che quella rettangolare sotto il rapporto della resistenza alla compressione; ad onta di tutto questo venne abbandonata inquantochè è difficile a congiungerla colla grossa testa dell'asta: la quale presenta la forma di un rettangolo il cui lato verticale

è molto più grande di quello orizzontale; inoltre se uno degli orecchioni si *scalfisce*, l'effetto considerevole che ne risulta tende a produrre la rottura nel senso del piano verticale del movimento. La forma della testa varia all'infinito. Essa è costituita da un rigonfiamento cilindrico nel quale è praticato un occhio guarnito di un anello in bronzo che può essere cambiato allorquando pel consumo diventa ovale. Questa disposizione è di poco costo, ed allorquando è ben eseguita essa dura per molto tempo senza il bisogno di essere riparata in causa della piccola estensione del movimento che ha luogo in questo punto. La disposizione rappresentata dalla fig. 140 è molto adoperata nelle aste biforcate; si ripara al consumo col mezzo di chiavette che permettono di poter chiudere i cuscinetti allorquando essi non abbracciano esattamente gli orecchioni. Ma questa disposizione riesce difettosa e fa spezzare infallibilmente gli assi dello stantuffo inquantochè i cuscinetti si consumano inegualmente e perchè il meccanico chiudendo più da un lato che dall'altro contorce l'asta snodata e l'asse dello stantuffo. Tutte le macchine montate in questo modo spezzano le loro aste e gli assi degli stantuffi dopo un breve tempo di servizio.

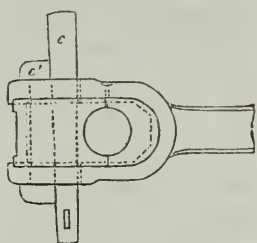
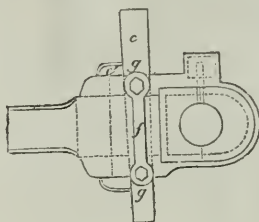



Fig. 140. Fig. 141.

La testa dell'asta snodata simile alla fig. 141 si chiama *cappa mobile;* essa ha il vantaggio di occupare poco spazio in lunghezza dal lato opposto al corpo dell'asta; per cui la medesima si usa allorquando lo stesso spazio è alquanto limitato per la soverchia vicinanza delle ruote. Col mezzo di una *chiavetta c* e di una *controchiavetta c'* si può serrarla ai cuscinetti.

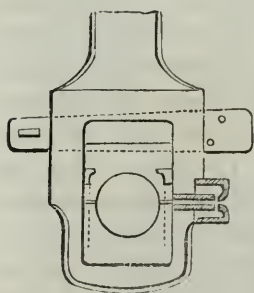



Fig. 142.

Alle chiavette della piccola testa dell' asta si può sostituire un cuneo che si stringe col mezzo di una vite che l'attraversa in tutta la sua lunghezza.

La grossa testa dell'asta snodata presenta le medesime disposizioni della piccola testa. Allorchè i cilindri sono esterni, la forma rappresentata dalla figura 142 è quella che meglio conviene. La testa è lavorata insieme all'asta snodata; essa è munita di due cuscinetti in bronzo che si chiudono col mezzo di una chiavetta o di un cuneo assicurato col mezzo di una vite.

Per le macchine a cilindri interni non si possono applicare le aste snodate colle teste assicurate, inquantochè la staffa si trova disposta fra le due ruote della sala. Ora si usa l'asta snodata colla testa aperta, ora coll'asta di Sharp

Fig. 144.

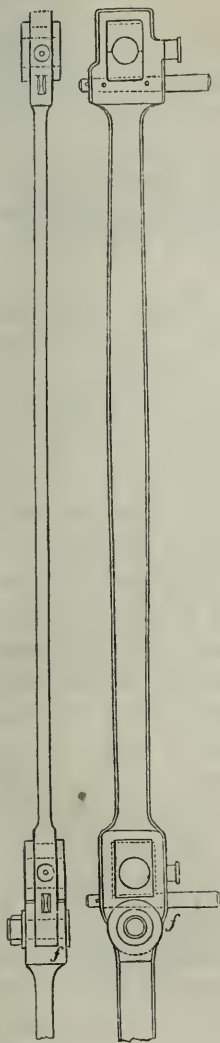
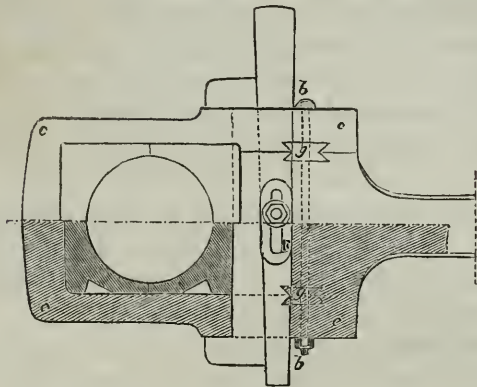



Fig. 143.

(fig. 143), nella quale la cappa *c c* (*chappe*) vi è attaccata e resa solidaria al corpo dell'asta col mezzo di due piccoli tasselli *g g* a *coda di rondine* e di un bollone *b b* che abbraccia ogni cosa. Questa disposizione è buona, poichè è importante che la cappa non possa staccarsi allorquando le chiavette si aprono. Infine alcune volte si sostituisce alla cappa una staffa rotonda di ferro, la cui congiunzione si pratica col mezzo di una doppia vite.

La fig. 144 rappresenta la forma più adoperata delle aste snodate d'accoppiamento, che sono sempre all'esterno. Allorchè le sei ruote si trovano fra loro accoppiate, si riuniscono le due aste snodate col mezzo di una spina che attraversa la forchetta *f* dell'una e la testa semplice dell'altra senza l'intermediario dei cuscinetti. Tale disposizione è molto conveniente, poichè non esiste in questo punto che un debole movimento dovuto alle oscillazioni verticali delle scatole del grasso nelle piastre di guardia.

I due orecchioni che congiungono un'asta devono conservare costantemente una distanza invariabile. Per tal motivo è d'uopo sempre disporre le teste delle aste in maniera che il chiudimento dell'una tenda ad aumentare la distanza dei due centri, mentre quello dell'altra tenda a diminuirla.

Infine riesce della maggior importanza che le chiavette non possano schiudersi. A tal effetto si assicurano col mezzo di caviglie che si cacciano nei fori aperti a *quinconce*, oppure si fanno nei rami della controchiavetta delle intaccature semicilindriche distanti 0^m 01 e nella chiavetta dei tagli analoghi distanti 0^m 01, ciò che forma una specie di *nonnio* o *verniero*. Allorquando si chiude la chiavetta, si possono sempre condurre due intaccature esattamente in faccia l'una dell'altra ed ivi passarvi una caviglia.

Altre volte si munisce la testa dell' asta snodata da *viti di pressione* che vanno a comprimere sulla chiavetta. In questo caso è necessario di impedire qualsiasi movimento nelle viti, ciò che si ottiene obbligando le loro teste in un freno che anch'esso si assicura con caviglie.

Infine si usa frequentemente un freno che consiste in una piccola piastra in cui è praticata una fenditura attraverso la quale passa un bollone. Chiudendo il bollone si fa combaciare fortemente la piastra sulla chiavetta e si impedisce a questa di scorrere (*).

Manovelle. — Allorquando i cilindri sono all'esterno, il mozzo delle ruote motrici è munito di una sporgenza, nella quale è un foro, il cui asse si trova ad una distanza da quello della sala motrice eguale alla semicorsa dello stantuffo. In questo foro si colloca il *bottone della manovella* di ferro temprato. Questo bottone entra esattamente nella cavità ed è inchiodato al mozzo in maniera da non potersi staccare. Nelle macchine Crampton esso è lavorato insieme ad una *contro-manovella* che riceve gli eccentrici (fig. 145). Allorquando i cilindri sono interni, le manovelle non sono altro che due piegature a ginocchi della sala motrice (fig. 146).

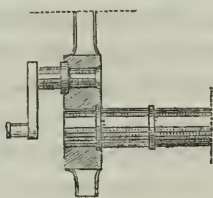



Fig. 145.

Nelle macchine a quattro ruote accoppiate della strada ferrata d'Orleans, le manovelle in ferro malleato si sono riportate esternamente ai fusi. Una tale disposizione si è resa necessaria in causa di essersi adottato il telajo esterno. Allorchè l'intelajatura è interna, il mozzo delle ruote serve sempre di manovella d'accoppiamento; i bottoni sono allora formati alcune volte da due ed alcune anche da tre orecchioni successivi.

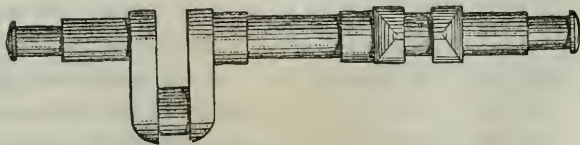



Fig. 146.

(*) Le stesse disposizioni servono egualmente in tutti i pezzi del meccanismo che non devono aprirsi. Per galletti si impiegano dei controgalletti, delle caviglie od un freno. Qualche volta si appoggia una semplice molla ad uno dei lati del galletto.

Distribuzione. — Precedentemente abbiamo indicato quale movimento devono avere le cassette delle macchine locomotive; ora vedremo le disposizioni che si sono adottate per ottenere questo movimento.

L'ampiezza e la qualità del movimento prodotto da un' asta snodata e da una manovella dipendono unicamente dalla lunghezza dell'asta stessa e dalla distanza che separa l'asse della sala, che porta la manovella, dal suo bottone. Il detto movimento non si cambia punto qualunque sia il diametro che si assegna al bottone della manovella. Da qui si concepisce che se questo diametro va continuamente aumentandosi sino a che il bottone della manovella circondi compiutamente la sala, noi avremo l'apparato conosciuto sotto il nome di eccentrico.

Un eccentrico consiste adunque in un disco circolare in metallo che ha un foro, egualmente circolare, nel quale va a collocarsi la sala motrice. Il centro dell'apertura è collocato ad una distanza da quella del disco eguale alla metà della corsa rettilinea che si vuol ottenere. Questa lunghezza si chiama eccentricità. Il disco è circondato da un *anello* (figura 147 A) che rappresenta la testa di una lunga asta snodata (fig. 147 B); in essa vi sono il *collare* e la *barra dell'eccentrico.* Se ora supponiamo questa barra articolata alla sua estremità sull'asse della cassetta, e se di più imprimiamo alla sala un movimento di rotazione intorno al suo asse, la cassetta prenderà un movimento di andata e ritorno rettilineo analogo a quello dello stantuffo. *Se la lunghezza della barra dell'eccentrico, misurata dal disco all' asse dell' articolazione dell' asse della cassetta, è almeno eguale a dieci volte l'eccentricità, si può ammettere senza errore sensibile che il movimento della cassetta è il medesimo di quello della projezione dal centro dell'eccentrico sulla retta che riunisce il centro dell' eccentrico a quello*

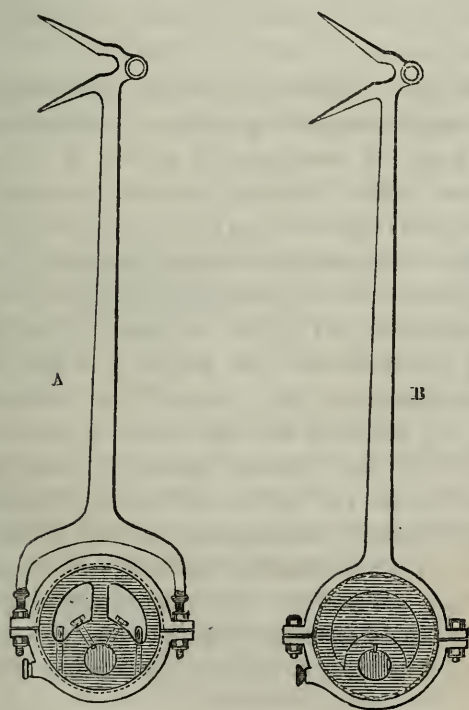



Fig. 147.

dell'articolazione dell'asse, purchè quest'asse si trovi nel prolungamento della retta. Noi ammetteremo l'esattezza di questo fatto in tutte le considerazioni che in proposito verremo facendo.

Si chiama gran *raggio dell'eccentrico* la linea che parte dal centro della sala e si congiunge alla circonferenza che passa pel suo centro.

Sia c (fig. 148) il centro della sala, $c\ b$ l'eccentricità, la quale prolungata ver-

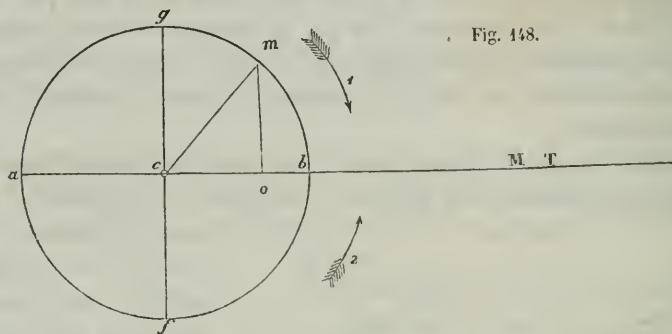
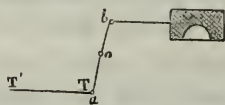



Fig. 148.

rebbe a confondersi coll' asse del fusto della cassetta situato anteriormente dal lato di T. Allorchè il gran raggio occuperà la posizione b, la cassetta sarà all'estremità anteriore della sua corsa; ed allorquando si troverà in $c\ a$, essa sarà all'altro estremo di questa corsa. Infine la cassetta medesima occuperà la sua posizione media allorquando il gran raggio sarà in $c\ f$ o in $c\ g$ perpendicolari ad $a\ b$. Tutte le posizioni intermedie o della cassetta si avranno facilmente, abbassando dall'estremità del raggio corrispondente $c\ m$, una perpendicolare sopra $a\ b$.

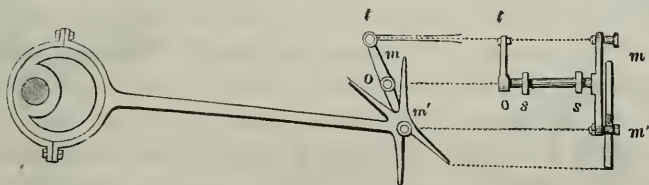
La macchina avanzerà allorquando la sala girerà nel senso della freccia 1; essa anderà indietro se il movimento della sala medesima si farà nella direzione della freccia 2. Supponiamo ora che lo stantuffo sia giunto all' estremo della sua corsa dal lato anteriore della macchina; la manovella allora sarà al suo punto morto in $c\ M$; ma la cassetta occuperà la sua posizione media, ed il gran raggio sarà sopra $f\ g$. Esso per ritrocedere dovrà cominciare nell'egual modo che fa lo stantuffo; se adunque il cammino è innanzi (freccia 1), il gran raggio sarà in $c\ f$; se il cammino è indietro, sarà in $c\ g$. Si conchiude perciò che il *gran raggio dell'eccentrico deve sempre precedere di* 90° *la manovella, qualunque sia la direzione del cammino* (*). Ragionando nello stesso modo per tutte le posizioni della manovella, si vede che per ciascuna di esse

Fig. 149.

(*) Questa regola non è generale; essa non si applica che al caso in cui la trasmissione del movimento si fa direttamente all'asse della cassetta. Se al contrario la barra dell'eccentrico $T\ T'$ (fig. 149) si articolasse in a su di una leva, di cui o sarebbe il punto fisso, nel mentre che l'asse della cassetta sarebbe condotto dal braccio $o\ b$ di questa leva, si avrebbe il contrario, cioè sarebbe la manovella che precederebbe il gran raggio dell'eccentrico.

il centro dell'eccentrico deve trovarsi all'una od all'altra delle estremità del diametro perpendicolare alla sua direzione, secondo che il meccanismo è disposto per camminare innanzi o per andare indietro.

Onde poter ottenere a piacere l'uno o l'altro di questi movimenti, venne dapprima immaginato di non assicurare l'eccentrico invariabilmente alla sala, ma invece di farlo condurre da un anello di congiunzione a due denti opposti diametralmente. La macchina trovandosi in cammino, se si svincola in un dato istante l'anello, la sala continua a girare, ma rimane fisso l'eccentrico; se si abbraccia di nuovo prima che la sala abbia fatto una mezza rivoluzione, l'eccentrico si trova in una posizione diametralmente opposta a quella che occupava ed è di nuovo tradotto dal movimento di rotazione della sala. Questo apparato quantunque semplice funziona malamente, inquantochè accade frequentemente che la sala faccia più giri prima di abbracciarsi; per la qual cosa venne interamente abbandonato. Allora si fu indotti a sostituire all'articolazione ordinaria sull'asse della cassetta una congiunzione col mezzo di forcelle in cui terminano le barre dell'eccentrico.

La fig. 150 rappresenta un meccanismo di questo genere molto semplice. L'asse della cassetta *t t* è messo in movimento dalla manovella *t o* assicurata all'albero *o o* che è portata da due piccoli sostegni *s s* assicurati al corpo

Fig. 150.

della macchina. L'altra estremità dell'albero è munita di una doppia manovella *m m'* che porta i due bottoni *m* ed *m'*. La barra dell'eccentrico va a finire in una doppia forcella che abbraccia l'uno o l'altro dei due bottoni *m* ed *m'*. Se noi ci riportiamo alla nota della pag. 226, si comprende facilmente che si avrà il cambiamento di cammino desiderato abbassando o rialzando la barra dell'eccentrico.

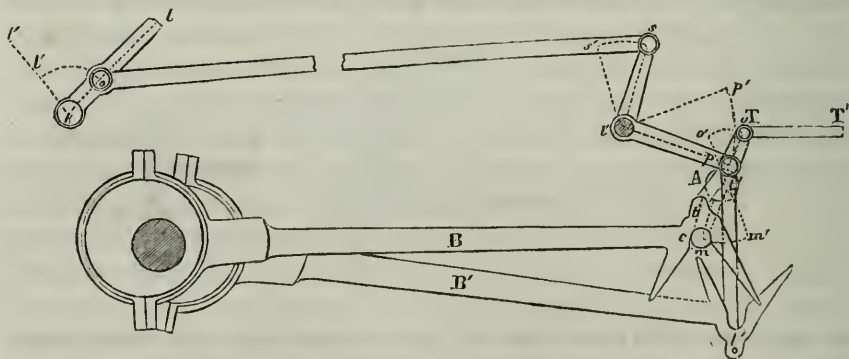
La sala motrice rimane sempre ad una distanza fissa dalla superficie della rotaja, mentre la costruzione e con essa la cassetta oscilla verticalmente. Questo movimento che fa variare in ciascun istante la posizione della cassetta per riguardo all'asse della sala motrice produce inevitabilmente delle perturbazioni nel movimento della cassetta. Tali perturbazioni sono poco sensibili, allorchè la barra dell'eccentrico è orizzontale, ma esse acquistano una influenza altrettanto più grande quanto più questa barra si allontana dalla

posizione orizzontale. Nell'apparato di cui si parla si è costretti di prendere questa orizzontale per la posizione media della barra dell'eccentrico fra le due staffe, affinchè l'influenza delle oscillazioni verticali della macchina non si faccia sentire tanto, nè allorchè si cammina innanzi, nè allorquando si retrocede: da ciò risulta che nè l'una nè l'altra si trovano nelle condizioni soddisfacenti; di più questo meccanismo non si presta che imperfettamente alle modificazioni della distribuzione che si riconobbero necessarie; in conseguenza di che venne esso interamente abbandonato.

Attualmente per ciascuna cassetta si impiegano due eccentrici che dirigono la distribuzione: l'uno allorquando la macchina cammina innanzi (*eccentrico del cammino in avanti*), l'altro allorchè la macchina retrocede (*eccentrico del cammino indietro*).

Esiste un'infinità di disposizioni dei due eccentrici; noi però ci limiteremo a descrivere i due più semplici fra tutti questi meccanismi.

Nella fig. 151, TT' rappresenta l'asse della cassetta. Esso è articolato sulla manovella $A\,T$ che pure si trova assicurata al piccolo albero A, i cui sostegni fanno parte del complesso della macchina. La manovella $A\,m$ montata all'e-

Fig. 151.

stremità di questo medesimo albero A porta una doppia staffa $m\,m'$, che sporge ai due lati della manovella.

Le barre B e B' dei due eccentrici vanno a finire in due forcelle o *piedi di cervo*, disposti in maniera che uno di essi può abbracciare la staffa m, e l'altro la staffa m' che sporge dall'altro lato della manovella.

Allorquando una delle forcelle è *congiunta*, l'altra è *abbandonata*, vale a dire, allorchè il fondo dell'intaccatura semicircolare che esiste all'incontro delle due braccia della forcella s'appoggia sulla staffa, l'altra forcella è perfettamente libera, ed eseguisce il movimento che le imprime l'eccentrico che la dirige, senza incontrare la staffa alla quale corrisponde.

Gli eccentrici essendo assicurati alla sala motrice, in maniera da far imprimere alla cassetta il movimento conveniente, l'uno per camminare innanzi, l'altro per ritrocedere, si scorge dalla semplice ispezione della fig. 151 che basterà di abbassare o di rialzare simultaneamente le due barre B e B' per operare il cambiamento di cammino.

Ma è d'uopo che il meccanico possa movere dalla piattaforma l'apparato che abbiamo descritto. A tal effetto le due forcelle sono sospese all' estremità della manovella $r\,p$ col mezzo di due piccole aste snodate (*bielles*), $p\,t$, $p\,t'$. L'albero r, chiamato *albero di rialzo*, oltre alla manovella rp, porta una seconda manovella $r\,s$; essa è montata sopra due sostegni assicurati sul corpo della macchina. Un *tirante* od *asta di cambiamento di cammino* è articolato da una parte in s sulla manovella $r\,s$ e dall' altra in v sulla leva $l\,k$, denominata *leva di cambiamento di cammino*. Questa leva, il cui asse di rotazione k è assicurato sul corpo della macchina o sulla caldaja, è alla portato del meccanico, che può far prendere a piacere la posizione $l\,k$ od $l'\,k$. Nella fig. 151 tutti i pezzi tracciati con linee ferme sono disposti in maniera che la distribuzione vien fatta per camminare innanzi, ed i vertici delle articolazioni sono segnati da lettere senza accenti. Il tracciamento con linee punteggiate rappresenta la disposizione che prenderebbe il meccanismo se si cambiasse il cammino; ciascuna lettera porta l' accentazione ' ed indica la posizione che questo movimento farebbe prendere all' articolazione indicata colle stesse lettere senza accenti.

In ciascuna macchina vi sono due cassette $T\,T'$, per conseguenza due alberi A, quattro eccentrici e quattro piccole aste pendenti, ma non vi è che una leva di cambiamento di cammino $l\,k$, un'asta snodata $v\,s$ ed un albero di rialzo r. Soltanto quest' ultimo porta due manovelle $r\,p$ perfettamente simili che corrispondono, l'una al cilindro a destra, l'altra a quello a sinistra.

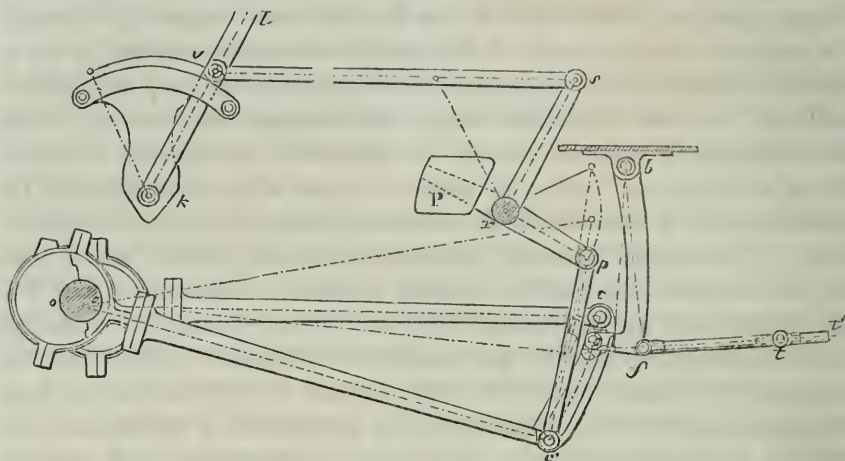
Il meccanismo che abbiamo descritto è uno dei più semplici che siano stati impiegati nelle vecchie macchine, ma esso non può usarsi che allorquando i due eccentrici di una stessa cassetta sono sovrapposti o almeno assai vicini.

Esiste un gran numero di altre disposizioni a due forcelle, ma siccome esse in giornata sono del tutto abbondonate, così ricorreremo all' interessante notizia del signor Felix Mathias sulla macchina *la Rapide* di Sharp e Roberts.

In tale lavoro si trova egualmente la descrizione di una distribuzione di Hawthorn, nella quale questo artefice ha soppresso del tutto gli eccentrici ed ha derivato dalle aste snodate (bielles) il movimento delle cassette.

Da molti anni si impiega quasi esclusivamente il meccanismo conosciuto sotto il nome di *culisse di cambiamento di cammino di Stephenson*, che è rappresentato dalla fig. 152 sotto una delle forme più semplici e più recenti.

Le estremità delle due barre dell'eccentrico vanno ad articolarsi in c e c' su di una *culisse* in ferro cavo; l' intaccatura di questa culisse presenta due pareti verticali ad arco di cerchio, fra le quali può scorrere una linguetta c in acciajo temprato. Una forcella f di ferro laminato all'estremo della leva $b f t$

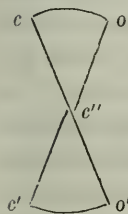
Fig. 152.

è congiunta alla linguetta col mezzo di una spina g; la leva sospesa in b ad un punto fisso, preso sotto la caldaja, segue la linguetta nel movimento che gli imprime la culisse e traduce alla sua volta l' asse $t\,t$ della cassetta per mezzo della piccola asta $f\,t$ articolata in t ed in f.

La leva di cambiamento di cammino $l\,k$ agendo coll'intermediario del tirante $v\,s$ e della manovella $r\,s$ sull'albero di rialzo r, permette di far prendere a quest'albero un'infinità di posizioni, delle quali le due estreme sono indicate, l'una dal tracciamento colle linee piene, l'altra dalle linee punteggiate della figura. A ciascuna di queste posizioni della leva corrisponde una posizione della culisse per riguardo alla linguetta; a tal effetto l' albero r porta due manovelle projettate in $r\,p$, ciascuna delle quali dirige la culisse di uno dei cilindri col mezzo di quattro piccole *aste di rialzo* $p\,c'$. Un *contrappeso* P assicurato all'estremo della leva $P\,r$, applicato all'albero r, serve ad equilibrare le culissi o le barre dell'eccentrico, e facilita in tal maniera il movimento di questo apparato, senza di che riuscirebbe faticoso.

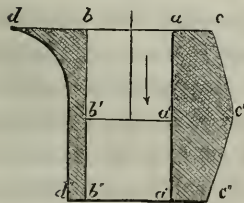
La posizione che occupa in ciascun istante il punto c si ottiene facilmente nel seguente modo: dal centro, o' dell'eccentrico, preso come centro, e colla lunghezza $o'\,c'$ della barra come raggio, si descrive un arco di cerchio. Un altro arco si descrive da p come centro col raggio $p\,c'$; esso intersecherà il primo al punto c', che è il cercato. Conoscendo c', si otterrà c all'interseca-

zione dei due altri archi tracciati, l'uno da c' come centro col raggio $e\ c'$, l' altro da o col raggio $o\ c$. I punti c e c' bastano per determinare interamente la culisse. Col mezzo di costruzioni analoghe si ricaverà facilmente la posizione della cassetta.

Allorquando il punto c cammina innanzi ed indietro, questi due movimenti hanno la medesima grandezza; per cui ne risulta che il punto di mezzo c'' della culisse rimane fermo. Ciascuno dei punti intermedj fra i punti c' e c'' ha un movimento simile a quello di c', ma di una grandezza tanto più piccola quanto più si avvicina a c''. Vedremo più sotto qual partito si ricava da questa proprietà della culisse; pel momento basterà di constatare che allorquando la culisse è disposta nel modo indicato dalla fig. 153, è il solo eccentrico o che dirige la cassetta, e che se si move la leva del cambiamento di cammino, in maniera da condurre tutti i pezzi del meccanismo nelle direzioni indicate colle linee $c\ o$ e $c'\ o'$, la cassetta sarà messa in movimento dall'eccentrico o'.

Fig. 153.

Dell'avanzo. — Sin qui abbiamo ammesso che la cassetta si trovi nel mezzo della sua corsa, allorquando lo stantuffo è ad uno de' suoi estremi. Tale disposizione sembra a primo aspetto essere la sola razionale; ciò nonpertanto vi si è rinunciato pei motivi che verremo ad indicare.

La cassetta andando a coprire esattamente le due luci nell' istante in cui lo stantuffo raggiunge l'estremità della sua corsa, ne risulta che allorquando lo stantuffo comincia a camminare in senso inverso del suo primo movimento, gli orificj delle luci si scoprono di una quantità che dapprima è molto debole. Il vapore che deve andar a premere sullo stantuffo prova una resistenza considerevole al suo passaggio da questa apertura di larghezza limitata e, ciò che è più grave, quello che deve spandersi vi produce una *contro-pressione* considerevole contro lo stantuffo cho lo caccia innanzi.

Fig. 154.

La fig. 154 dà un'idea chiara di ciò che accade in questo caso. Sia $a\ a''$ la corsa dello stantuffo; $a\ c$, $a'\ c'$ le pressioni che riceve lo stantuffo allorquando esso occupa le posizioni a, a' ecc.; la figura $a\ c\ a''\ c''\ c'$ rappresenta la forza che lo stantuffo riceve dal vapore motore. Se noi trasportiamo a sinistra della figura le *contro-pressioni* che corrispondono a ciascuna delle posizioni dello stantuffo, avremo una curva nella quale la prima ordinata $b\ d$ sarà eguale ad $a''\ c''$ e dove le successive andranno rapidamente decrescendo. Questa seconda superficie rappresenta la forza negativa della contropressione che il vapore sfuggendo esercita sullo stantuffo. La differenza fra le due superficie è in tal caso la forza trasmessa realmente al meccanismo motore.

Ciò che sorprende maggiormente in questa figura è il grande valore dell'ordinata $b\ d$ e delle sue vicine, che rappresentano la contro-pressione nei primi istanti della corsa dello stantuffo; si osserva eziandio che l'ordinata $a\ c$, che rappresenta la pressione iniziale del vapore nel cilindro, va aumentando sino ad un dato punto c', poi diminuisce sino al punto estremo della corsa. Questa diminuzione non ha alcun inconveniente; in quanto all'aumento da $a\ c$ in $a'\ c'$, esso non consiste che in un consumo inutile di vapore. Infatti, allorquando lo stantuffo è giunto in a', il cilindro contiene un volume $a'\ b'$ di vapore alla pressione $a'\ c'$, mentre che la forza che è stata prodotta è dovuta allo stesso volume $a'\ b'$ ad una pressione media fra $a\ c$ ed $a'\ c'$ e minore che $a'\ c'$.

Se al momento in cui lo stantuffo giunge all'estremo della sua corsa gli orificj delle luci venissero subitaneamente scoperti di una quantità bastante per non danneggiare sensibilmente il movimento del vapore, i fenomeni di cui abbiamo parlato non avrebbero luogo; ma ciò non può verificarsi inquantochè gli eccentrici circolari non possono agire per urti.

Se si congiungono gli eccentrici CON AVANZO, vale a dire *in una posizione tale che la cassetta oltrepassi la metà della sua corsa, allorquando lo stantuffo è giunto all'estremo della sua*, le luci saranno scoperte prima che lo stantuffo cominci a retrocedere, e l'azione del vapore avrà luogo come l'indica la fig. 155. Al momento in cui lo stantuffo si mette in movimento nel senso indicato dalla freccia, il vapore che ha potuto introdursi nel cilindro mediante un orificio di una data larghezza, raggiunge una pressione sensibilmente eguale a quella della caldaja; esso agisce sullo stantuffo e lo spinge fino in a', ove la cassetta ricopre simultaneamente le due luci. Appena passato questo punto, il vapore comincia a sfuggire, ma esso continua a premere sullo stantuffo, producendo sul medesimo uno sforzo di *tensione incompleta* sino in $a''\ c''$, ove giunge con una debole pressione che riesce poi di contropressione allorquando lo stantuffo retrocede. Questa contropressione $b\ d$, che è eguale ad $a''\ c''$, resta sensibilmente costante sino al punto b' omologo di a', in cui la luce si chiude dal lato dello scappamento per aprirsi dal lato dell'ammissione. Il vapore verrà adunque a premere da b' in b'' sullo stantuffo in senso inverso del movimento, effetto che è rappresentato dal quadrilatero negativo $b'\ d''$.

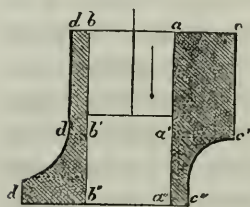



Fig. 155.

Questi due nuovi modi d'azione del vapore si chiamano *scappamento anticipato*, ovvero *cammino a contro vapore*. La quantità di cui le luci si trovano scoperte allorquando lo stantuffo è all'estremo della corsa ha ricevuto il nome di *avanzo lineare all'introduzione* ed allo *scappamento;* infine l'angolo

di cui è d'uopo spostare i grandi raggi degli eccentrici per rapporto al loro collocamento normale è l'*avanzo angolare*.

L'avanzo lineare è adunque eguale al seno dell' avanzo angolare. Il cammino a controvapore produce uno sforzo negativo, il quale diminuisce lo sforzo di trazione che può esercitare la macchina, ma esso non costituisce una perdita reale, poichè il vapore che è introdotto sotto lo stantuffo è ricacciato nella caldaja dallo stesso stantuffo, e per conseguenza non si perde. Si ridona facilmente alla macchina la forza che ha perduta sia coll'aumentare la pressione del vapore nella caldaja, sia coll'accrescere la dimensione dei cilindri, e si viene in ogni caso a sopprimere l' enorme contropressione che agisce sullo stantuffo prima di adottare l' avanzo. La quantità di vapore impiegato è rappresentata dal quadrilatero $a\,c'$; essa è per conseguenza minore che il volume totale generato dallo stantuffo. Di più, la forza rappresentata con $a'\,c''$ si ottenne senza alcun consumo di vapore; essa adunque costituisce un profitto netto.

Ricoprimento. Abbiamo veduto che la direzione del controvapore obbliga ad assegnare ai cilindri più ampie dimensioni, ovvero ad aumentare la pressione del vapore. Conservando sempre l'avanzo allo scappamento, è possibile di sopprimere quello d'ammissione, ed ecco in qual modo:

Sia $e'\,f'$ (fig. 156) l'avanzo allo scappamento di una cassetta normale, vale a dire di una cassetta, la cui lunghezza esterna sia eguale alla distanza $g\,g'$ delle pareti esterne delle luci d'introduzione L ed L; l'avanzo all'introduzione $i\,s$ di questa cassetta sarà eguale ad $e'\,f'$.

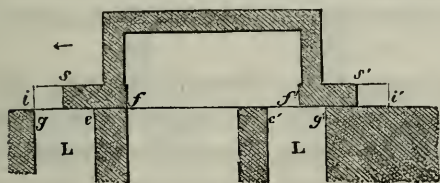



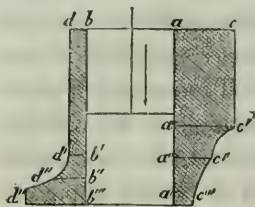
Fig. 156.

Ma se prolunghiamo la cassetta da ciascun lato di una quantità $i\,s$ ed $i'\,s'$ eguale a $g\,s$, ovvero alquanto minore, la luce di scappamento sarà scoperta di tutta questa quantità prima che si apra quella d'ammissione. Oltre il vantaggio di sopprimere la forza del controvapore, da questa disposizione se ne ottiene un altro, che è molto più notevole. Il labbro $s\,f$ della cassetta essendo più largo della luce $g\,e$, durante il tempo che lo stesso labbro percorre lo spazio $i\,s$ nel senso indicato dalla freccia, il vapore deve rimanere nel cilindro. Lo stantuffo continuando a correre durante questo tempo, riceve dal vapore delle pressioni che vanno decrescendo e seguendo sensibilmente la legge di Mariotte (*). Da ciò emerge uno sforzo sullo stantuffo senza consumo alcuno

(*) Secondo una tal legge le *pressioni di una data quantità di gas sono inverse ai volumi di questo gas*. Se adunque nel momento in cui il labbro s della cassetta incontra quello g della luce,

di vapore; questo è lo sforzo della *tensione*. Le sporgenze $s\ i$ ed $s'\ i'$ si chiamano *ricoprimento esterno*.

La fig. 157 indica il modo con cui agisce il vapore in un cilindro ove la distribuzione si effettua con avanzo e ricoprimento esterno alquanto minore dell'avanzo lineare. Siccome qui ci è un po' d'avanzo all'introduzione, la pressione iniziale $a\ c$ nel cilindro è presso a poco quella che esiste nella caldaja; essa agisce fino a che lo stantuffo è giunto in a'. In questo momento il labbro s della cassetta venendo ad incentrare quello g della luce, l'ammissione del vapore è intercettata, ed il vapore agisce per tensione sino al punto a''. Frattanto

Fig. 157.

che lo stantuffo passa da a' in a'' la cassetta continua a correre nella direzione della freccia fino a che il punto f è in e; è in questo momento che comincia l'espansione anticipata, il cui sforzo sullo stantuffo è rappresentato dal quadrilatero $a''\ c'''$. Il peso del vapore, che è stato rappresentato, è eguale al volume generato dallo stantuffo da a in a' moltiplicato per la densità di questo vapore alla pressione $a'\ c'$. Senza l'uso dell'avanzo e del ricoprimento questo vapore non avrebbe prodotto che uno sforzo $a\ c'$; con queste modificazioni della distribuzione lo sforzo è rappresentato dal poligono $a\ c'''$; da un tale vapore si è adunque ricavato un effetto utile molto più considerevole che se si fossero impiegate le congiunzioni e la cassetta normale.

Vediamo ora quale è l'effetto prodotto da tali disposizioni sullo sforzo negativo del vapore.

L'espansione avendo cominciato prima che lo stantuffo sia giunto all'estremo della sua corsa, la contropressione $b\ d$ sarà debole, essa si manterrà pressochè costante sino al momento in cui il punto f sarà giunto in e (fig. 156). In questo stesso momento f' si troverà in e', e lo scappamento sarà interrotto. Lo stantuffo sarà obbligato di cacciare dinanzi a sè il vapore e di comprimerlo, ciò che produrrà uno sforzo analogo alla tensione ma in senso inverso. La compressione cesserà allorquando il labbro s' coinciderà col labbro g', e da questo istante si avrà un cammino a controvapore.

Il rettangolo $b\ c'$ rappresenta lo sforzo dello scappamento, $b\ c''$ quello della compressione, e $b''\ c'''$ quello a controvapore.

il volume di vapore contenuto nel cilindro è V, la sua pressione essendo p, la pressione di questo gas essendo p', allorquando il suo volume sarà V' si dedurrà la seguente proporzione:

$$V : V' = p' : p$$

da cui

$$p' = \frac{V}{V'}\,p$$

Abbiamo già veduto che lo sforzo del controvapore non riesce molto nocevole; quello della compressione può diventare utile se non è soverchiamente protratto.

Più sopra si è indicato il motivo pel quale si lascia un agio allo stantuffo. Questo spazio, come pure le luci d'ammissione, si riempiono di vapore a ciascun colpo di stantuffo, e tale vapore non agisce sullo stantuffo medesimo che per tensione; esso si chiama adunque con ragione *spazio nocevole.*

La compressione, allorchè non è molto prolungata ha per effetto di riempire lo spazio nocevole col vapore, il quale raggiunge pressochè la medesima tensione di quello della caldaja. Esso impedisce adunque un consumo inutile di vapore; ma allorquando oltrepassa un determinato limite, produce uno sforzo resistente, ed obbliga in tal maniera ad aumentare le dimensioni dei cilindri.

Quanto più grande è il ricoprimento, altrettanto maggiore è l'importanza del periodo della tensione. L'avanzo lineare allo scappamento dovendo essere almeno eguale al ricoprimento, ne risulta che qualora si voglia cominciare ad espandere in un punto della corsa dello stantuffo assai vicino alla sua posizione iniziale, si avrà necessariamente molto avanzo allo scappamento, o, ciò che torna lo stesso, il vapore comincierà ad espandersi molto tempo prima che lo stantuffo sia giunto all'estremo della sua corsa.

La perdita di forza che risulterebbe da questo scappamento anticipato si può ovviare quando si assegni alla cassetta del *ricoprimento interno* (*e f* ed *e' f'*, figura 158). Analizzando come abbiamo operato pel ricoprimento esterno, quanto accade allorquando si adotta quest'ultima disposizione, si vede che la durata della compressione verrà aumentata di una quantità notevole; è per questo motivo che si evita di assegnare alle cassette un ricoprimento interno considerevole. In generale lo stesso ricoprimento deve essere di tale dimensione da bastare perchè le luci non possano giammai trovarsi scoperte simultaneamente sotto la cassetta. Non è che per avanzi angolari maggiori di 30° che può oltrepassare di $0^m\,001$.

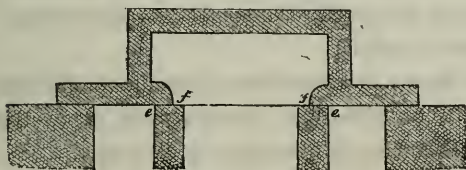



Fig. 158.

È importante di determinare le relazioni che esistono fra l'avanzo angolare ed il ricoprimento esterno ed interno.

A tal effetto dal punto *o*, situato sul prolungamento dell'asse della cassetta *T T* come centro e con un raggio eguale alla semicorsa della cassetta, si descrive un cerchio (fig. 159). Questa circonferenza rappresenterà la strada percorsa dal centro di un eccentrico che move direttamente la cassetta. La cassetta medesima occuperà la sua posizione media, allorquando il centro dell'eccentrico sarà

in c od in c' sulla perpendicolare condotta da o sopra $T\,T$. Essendo $o\,A$ l'avanzo lineare della cassetta, il gran raggio dell'eccentrico dovrà essere in $o\,a$ od in $o\,a'$, allorquando lo stantuffo sarà all'estremo della sua corsa, poichè in questo istante la cassètta dovrà avere oltrepassata la metà del suo cammino della quantità $o\,A$ (vedi a pag. 231 la definizione dell'avanzo lineare ed alle pag. 225 e 226 la relazione che esiste fra il movimento dell'eccentrico e quello della cassetta). L'avanzo angolare sarà l'angolo $c'\,o\,a$, ovvero $c\,o\,a'$. Si otterrà l'avanzo lineare all'introduzione $R\,A$ sottraendo dall'avanzo totale $o\,A$ il ricoprimento esterno $o\,R$ (ovvero $s\,i$, fig. 156) L'avanzo allo scappamento sarà esso pure eguale ad $o\,A$ diminuito del ricoprimento interno $o\,r$ ($f\,e$, fig. 158).

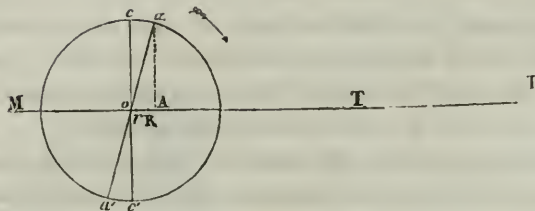



Fig. 159.

Avendo luogo il movimento nella direzione indicata dalla freccia, la manovella si troverà nel suo punto morto $o\,M$ al momento in cui il gran raggio dell'eccentrico sarà in $o\,a$. Infatti lo stantuffo e la cassetta dovendo camminare prima nella medesima direzione, essi andranno ambedue dall'indietro all'innanzi. *Allorquando adunque la cassetta è mossa direttamente dall'eccentrico, il gran raggio deve sempre precedere la manovella dell'angolo di collocamento* (calage) *normale aumentato dell'angolo d'avanzo.*

Se la cassetta in luogo di essere messa in movimento direttamente dall'eccentrico, lo fosse coll'intermediario di un albero di distribuzione, essa retrocederebbe allorquando la barra dell'eccentrico avanzasse e viceversa.

Pel collocamento normale si avrebbe per conseguenza il gran raggio $o\,a'$ allorchè la manovella fosse in $o\,M$, e l'angolo d'avanzo sarebbe in a', poichè alla partenza dello stantuffo, questi deve avere oltrepassata la sua posizione di mezzo. Laonde *allorquando la cassetta è mossa col mezzo di un albero di distribuzione il gran raggio deve seguire la manovella ad una distanza angolare eguale all'angolo di collocamento normale, diminuito dell'angolo d'avanzo.*

È egualmente di sommo interesse il conoscere per ciascuna posizione dello stantuffo l'apertura corrispondente della cassetta, sia all'introduzione sia allo scappamento.

A tal effetto si divide la circonferenza descritta dal bottone della manovella in un numero pari di parti eguali (16 per esempio) partendo da uno dei punti morti (fig. 160). Da ciascun punto di divisione, preso come centro e con un'apertura di compasso eguale alla lunghezza dell'asta snodata, d'asse in asse degli orecchioni si descriva un arco di cerchio che vada ad intersecare

l'asse del fusto dello stantuffo, al punto in cui deve trovarsi l'orecchione della testa dello stantuffo medesimo.

Fig. 160.

Si numerizzi ciascuna di queste divisioni, prendendo per zero la posizione da cui si è partito sia pel cerchio sia per la retta; poi si fa la medesima operazione per la cassetta, mettendo il segno zero ai punti ove si trovano l'eccentrico e la cassetta al momento in cui la manovella parte dal suo punto morto. In altri termini si danno le medesime cifre alle posizioni della manovella, dello stantuffo, del centro dell' eccentrico e della cassetta che si corrispondono. Poi si conducono le ascisse sopra una stessa retta *A B* delle sedici posizioni dello stantuffo e le ordinate per ciascun punto delle distanze che la cassetta avrà percorso, partendo dalla sua posizione estrema. Per tutti i punti così ottenuti si traccia una curva, la quale è necessariamente chiusa inquantochè, allorquando uno stantuffo ritorna ad una posizione ove è di già passato, la cassetta riprende il posto che occupava al primo passaggio. Se ora si traccia una paralella *a b* ad *A B* ad una distanza eguale alla semicorsa della cassetta, questa paralella verrà ad intersecare la curva in due punti, le cui ascisse daranno le posizioni dello stantuffo per le quali la cassetta è alla metà della sua corsa.

L'ammissione comincia allorquando la cassetta ha oltrepassata la sua posizione media di una quantità eguale al ricoprimento esterno, e cessa allorchè la cassetta ritorna al posto ove ha incominciato l'ammissione.

Dai due lati di *a b* si tracceranno adunque delle paralelle $a' b'$, $a'' b''$ alle distanze da *a b* eguali al ricoprimento esterno, e si otterranno in tal modo due intersecazioni α e β, la prima delle quali α indicherà la posizione dello stantuffo ove incomincia l'ammissione, e la seconda β quella in cui finisce questa ammissione per l'una delle semicorse dello stantuffo, e due altre intersecazioni γ e δ per l'altra semicorsa.

Se vi sono due ricoprimenti interni, due nuove paralelle ad *a b* determineranno, colle loro intersecazioni colla curva, le posizioni dello stantuffo al principio dei periodi di scappamento e di compressione, quando la stessa linea *a b* non somministri tali posizioni.

La curva che abbiamo tracciato rappresenta il movimento di un punto qualunque della cassetta; il perchè essa sola basta per determinare tutte le fasi della forza del vapore. Abbiamo indicato colle linee punteggiate che seguono questa curva, la durata di ciascun periodo, ammissione, tensione, scappamento e compressione. Le indicazioni tracciate all' esterno corrispondono alla faccia a destra, quelle all' interno alla faccia a sinistra dello stantuffo.

Tensione variabile. — Lo sforzo che una macchina locomotiva deve effettuare è eminentemente variabile. Il peso del convoglio, il profilo della strada, lo stato dell'atmosfera e la velocità del cammino sono altrettanti elementi che determinano questo sforzo.

Le dimensioni dei cilindri non possono essere cambiati; se adunque lo sforzo di trazione varia, e se le condizioni nelle quali si fa la distribuzione rimangono le medesime, sarà d'uopo far variare la pressione del vapore col mezzo del regolatore.

Nelle macchine senza condensazione, come sono le locomotive, è vantaggioso a correre colla massima pressione possibile: ciò è quanto di cui si assicura facilmente osservando che lo sforzo positivo di una *cilindrata* di vapore è proporzionale alla pressione del vapore stesso, mentre che lo sforzo negativo del cilindro medesimo, il quale non è altro che la forza della contropressione durante lo scappamento, è sensibilmente costante qualunque sia la pressione iniziale del vapore.

Diminuendo l'apertura del regolatore, si diminuisce la pressione del vapore nei cilindri; si utilizza adunque molto meno questo vapore di quello che si camminasse con un'apertura più grande.

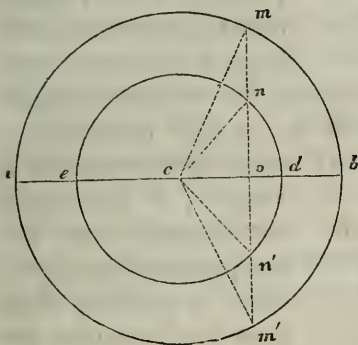
Si potrà ottenere la medesima diminuzione dello sforzo di trazione, cominciando prima ad espandere e prolungando più oltre la tensione; in tal maniera si raggiungerà il doppio scopo, cioè di diminuire l' influenza nocevole della contropressione, e di utilizzare meglio il vapore che si ammette.

Da alcuni anni si vanno esperimentando diversi apparati diretti a far variare a piacere la tensione. Tutti questi apparati si possono distinguere in due classi:

Nella prima sono quelli in cui si varia la tensione, cambiando la lunghezza della corsa delle cassette.

Nella seconda gli apparati nei quali si produce un effetto simile, servendosi di una doppia cassetta.

Esaminiamo primieramente, come aumentando o diminuendo la corsa delle cassette si può variare la tensione.

Fig. 161.

Sia $a\ b$ (fig. 161) la corsa della cassetta, ed $a\ c$ la semicorsa.

Supponendo che la cassetta si muova da sinistra a destra, l'ammissione comincierà allorquando il labbro esterno della cassetta giungerà sul labbro esterno della luce; essa cesserà allorchè la cassetta camminando da destra a sinistra giungerà a riprendere questa medesima posizione.

Ora se non si ha alcun ricoprimento esterno, ciò avrebbe luogo allorquando la cassetta sarebbe giunta in c, che è la metà della sua corsa; con un ricoprimento esterno $o\ c$ basterà che la cassetta sia arrivata in o perchè l'ammissione cominci o cessi.

Si descriva un cerchio prendendo $a\ b$ per diametro; a ciascuna posizione o della cassetta corrisponderanno due posizioni m ed m' del centro dell'eccentrico, l'uno pel principio, l'altro pel fine dell'ammissione. L'angolo $m\ c\ m'$ sarà quello descritto dal centro dell'eccentrico o dalla manovella nel tempo in cui dura tale ammissione. Ora se si riduce la corsa della cassetta ad una lunghezza $d\ e$, e se questa lunghezza si divide in due parti eguali col centro c del primo cerchio, e ne descriveremo un secondo, si vedrà facilmente che l'ammissione non ha luogo se non pel tempo in cui la manovella percorre l'angolo $n\ c\ n'$.

Laonde *più si ridurrà la corsa di una data cassetta, tanto più si ristringerà la durata dell'ammissione*, o in altri termini si *rallenterà maggiormente.*

Per far variare la corsa della cassetta durante il cammino si sono impiegate due disposizioni, cioè quella delle macchine belge che dal nome del suo inventore si chiama disposizione Cabry, e quella a culisse di Stephenson che venne già descritta.

Nelle macchine belge la cassetta riceve il movimento dall'eccentrico col mezzo di una leva $l\ m$ (fig. 162) assicurata ad un albero di distribuzione n. La leva $l\ m$ è aperta con un pertugio rettangolare, nel quale entra una staffa (*manneton*) a cui mette capo la barra dell'eccentrico del cammino anteriore. Lo spazio percorso da questa staffa essendo costante, l'angolo che farà de-

scrivere alla leva *l m* sarà altrettanto più grande quanto più il punto *m* sarà avvicinato all' albero di distribuzione *n*; adunque la corsa della cassetta aumenterà se si rialza la barra dell'eccentrico, e diminuirà se questa barra si abbassa.

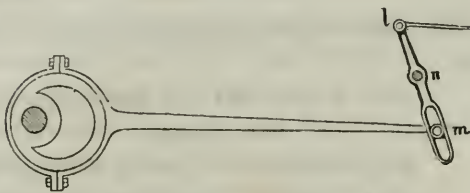



Fig. 162.

Si è preteso che nell'apparato Cabry l'avanzo diventasse necessariamente più debole a misura che si diminuiva la corsa della cassetta; vedremo invece che al contrario è possibile di far aumentare questo avanzo a misura che si voglia rallentare.

Supponiamo la manovella *o M* orizzontale (fig. 163); se l'applicazione è normale, il gran raggio dell' eccentrico deve essere perpendicolare ad *o m*, che è la posizione della barra dell' eccentrico per la quale la corsa è al massimo. Questo gran raggio deve inoltre trovarsi in *o e* posteriormente alla manovella, poichè il movimento viene trasmesso indirettamente alla cassetta. Se si dà l'avanzo corrispondente ad un angolo $\alpha = e\,o\,e''$, tale angolo dovrà essere misurato partendo da *o e* anteriormente a questa retta nel senso del movimento indicato dalla freccia.

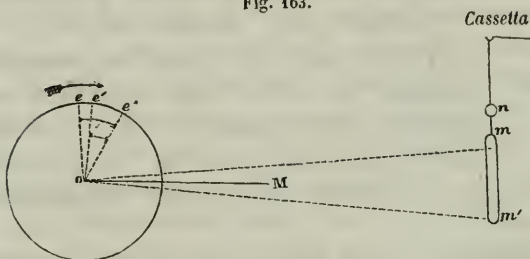



Fig. 163.

Se ora abbassiamo la barra dell' eccentrico in *o m'*, in maniera da diminuire la corsa della cassetta, la posizione del gran raggio dell'eccentrico che converrebbe per un' applicazione normale si troverebbe *o e'* perpendicolare ad *o m'*, e l'avanzo angolare non sarebbe più che di $e'\,o\,e''$. In questo caso adunque l' avanzo diminuirà a misura che si aumenterà la tensione.

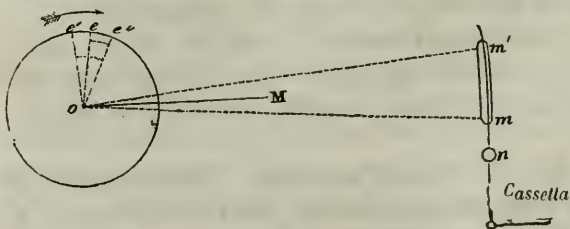



Fig. 164.

Ma se il meccanismo si trovasse disposto come nella fig. 164, si avrebbe l'applicazione normale per *o m* in *o e*, e l'avanzo angolare per questa posizione della barra dell' eccentrico in $e\,o\,e''$; e se trasportiamo la barra dell'eccentrico in *o m'* in maniera da diminuire la corsa della cassetta, la nuova

applicazione normale sarebbe $o\,e'$ e l'angolo d'avanzo $e'\,o\,e''$ più grande che $e\,o\,e''$.

Si ritiene perciò a torto, che nelle macchine in cui vi è il meccanismo della tensione variabile di Cabry l'avanzo diminuisca allorquando si aumenta la tensione del vapore.

Alla pag. 231 abbiamo veduto che ciascun punto della culisse di Stephenson, intermediario fra le due estremità, ha un movimento di ampiezza altrettanto più piccolo quanto più si avvicina al punto di mezzo di questa culisse, chiamato *punto morto*. Da ciò emerge che basterà fermare la leva di cambiamento di cammino in una posizione più o meno vicina al punto morto, perchè il movimento trasmesso alla linguetta, e per conseguenza alla cassetta, sia più o meno ristretto. Abbiamo supposto che gli eccentrici siano applicati ambedue per un cammino normale; ma ciò non ha luogo per le macchine fornite di culisse, mentre a queste si dà in generale un avanzo di 30°. I movimenti che si ottengono in tal modo sono più complicati, ma ciò non pertanto essi seguono la legge che stiamo per indicare.

Sia $O\,M$ (fig. 165) la posizione della manovella al suo punto morto, $o\,e$ la posizione corrispondente al gran raggio dell'eccentrico del cammino innanzi, $o\,e'$ quella del cammino indietro; sia $T\,T$ la direzione dell' asse prolungato della cassetta; sia infine $c\,c'$ la culisse; $c\,e$ e $c'\,e'$ le due barre dell'eccentrico.

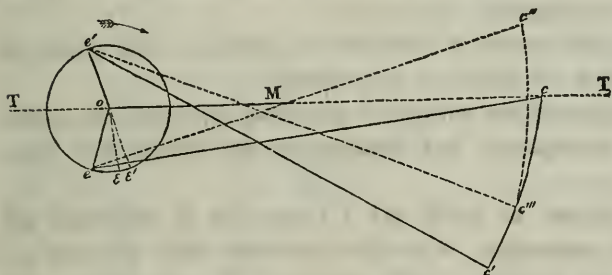
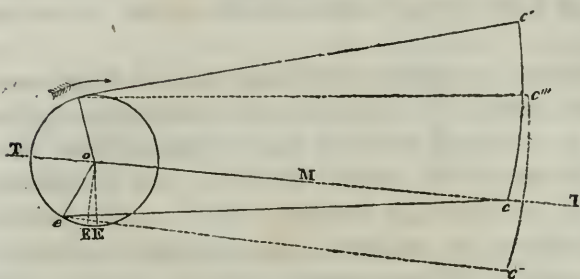



Fig. 165.

Nella posizione indicata dalla detta figura è l'eccentrico del cammino innanzi che move la cassetta; il cammino normale corrisponderebbe adunque ad una applicazione $o\,\varepsilon$ perpendicolare ad $o\,c$. Se ora rialziamo la culisse in $c''\,c'''$, il movimento della cassetta continuerà a dipendere essenzialmente da quello dell'eccentrico e, quantunque sia alterato da e'. In questa nuova posizione l'applicazione normale si otterrà conducendo $o\,\varepsilon'$ perpendicolare ad $o\,c''$; l'angolo d'avanzo sarà adunque $\varepsilon'\,o\,c$ maggiore di $\varepsilon\,o\,e$.

Se, conservando le medesime denominazioni, si attaccano le barre dell'eccentrico, in maniera che quella del cammino innanzi sia congiunta alla parte inferiore della culisse, e quella del cammino indietro, alla parte alta della stessa culisse (fig. 166), avremo l'applicazione normale per la corsa massima della cassetta, rialzandola in $o\,E$ perpendicolare ad $o\,c$. Per diminuire la corsa della cassetta è d'uopo abbassare la culisse in $c''\,c'''$: per esempio, la nuova

applicazione normale sarà in $o\,E'$ perpendicolare ad $o\,c''$. Il nuovo angolo d'avanzo non sarà più che $e\,o\,E'$, più piccolo che $e\,o\,E$.

Fig. 166.

Lo stesso succede pel cammino indietro, ripetendo i medesimi ragionamenti che abbiamo fatto più sopra. Nella culisse Stephenson si ha pertanto la seguente proprietà:

Se l' eccentrico del cammino avanti è congiunto in alto alla culisse, l'avanzo angolare aumenta allorquando si aumenta la tensione.

Se l'eccentrico del cammino avanti è obbligato al basso della culisse, l'avanzo angolare diminuisce allorquando si aumenta la tensione.

Se col mezzo di curve analoghe a quelle di cui abbiamo indicata la costruzione si studia il movimento relativo allo stantuffo ed alla cassetta, si è condotti alle seguenti conclusioni:

Diminuendo la corsa delle cassette si diminuisce la lunghezza degli orificj pei quali il vapore si introduce nel cilindro e vi si espande.

Da ciò risulta una diminuzione notevole di pressione del vapore che agisce sugli stantuffi, e per conseguenza una diminuzione nell' effetto utile dello stesso vapore.

Se si dispone la cassetta in modo che l' avanzo sia il medesimo pei due punti morti della manovella, le aperture massime delle luci non saranno eguali per le due superficie dello stantuffo, lo scappamento sarà sensibilmente regolare, ma l' avanzo non sarà più lo stesso pei due lati.

Queste irregolarità sono dovute a ciò che il punto c' (figure 165 e 166), pel quale la culisse è sospesa all'albero di rialzo, descrive un arco di cerchio in luogo di moversi in linea retta, di maniera che la linguetta non conserva una posizione invariabile nella culisse, durante un intero giro di ruota. Se la linguetta potesse essere assicurata in modo semplice, in un punto qualunque della culisse, questo difetto dell'apparato scomparirebbe.

Le disposizioni dei due eccentrici essendo le medesime e la barra del cammino innanzi trovandosi attaccata in alto della culisse, l' avanzo lineare aumenta contemporaneamente alla tensione. Da ciò risulta che quanto più si espande, tanto più si prolunga il cammino a controvapore. Comincia eziandio prima lo scappamento, dimodochè lo sforzo della tensione è in parte perduto. Infine si aumenta la durata del periodo della compressione.

Se la barra dell'eccentrico del cammino anteriore si attacca al basso della culisse, l'avanzo lineare diminuisce a misura che aumenta la tensione.

Lo scappamento comincia dopo, come pure il cammino a controvapore, e diminuisce la durata della compressione. Ma da un altro canto si trova esposti ad avere un ritardo nell'ammissione, allorquando si espande molto; e siccome il cammino con una pressione forte è più vantaggioso, così si preferisce generalmente di attaccare la barra dell'eccentrico del cammino innanzi in alto della culisse.

Si possono in parte correggere i difetti di un tale apparato di tensione, sagrificando il cammino indietro a quello innanzi, il quale si impiega assai di rado. Ciò venne operato felicemente dal Polonceau in molte macchine della strada ferrata d'Orleans, nelle quali si è aumentato l'avanzo angolare del cammino anteriore a scapito di quello del cammino indietro.

Fig. 167.

In molte strade inglesi venne adottata la culisse di Stephenson modificata nel modo delineato dalla fig. 167.

In questa disposizione l'asse della cassetta è guidato da piccoli strisciatori ed articolato ad un'asta *b* molto lunga che porta la linguetta. La culisse presenta la sua concavità anteriormente alla macchina, ed è tracciata con un raggio eguale all'asta *b*. Essa è sospesa col mezzo di un'altra asta *b'* ad un punto fisso preso sulla caldaja o sull'intelajatura. Si effettua il cambiamento di cammino o si varia la tensione facendo discendere o salire la linguetta nella culisse.

Gli è facile il vedere che in questo caso l'avanzo non varia col grado di tensione, purchè l'angolo di congiunzione e la lunghezza delle aste snodate siano le medesime per ambedue gli eccentrici.

Onde rimediare nello stesso tempo all'altro vizio capitale della culisse Stephenson, cioè al ristringimento delle luci, allorquando si corre con una forte tensione, si è imaginata la seguente disposizione, che comincia ad essere molto adoperata in Inghilterra.

La cassetta T (fig. 168) consiste in un pezzo prismatico levigato sulla superficie inferiore e nelle posizioni $a\,b$, $a'\,b'$ della superficie superiore. Una piastra $P\,P$ egualmente levigata poggia su questa superficie superiore, e vi è assicurata durante il tempo in cui la cassetta eseguisce il suo movimento.

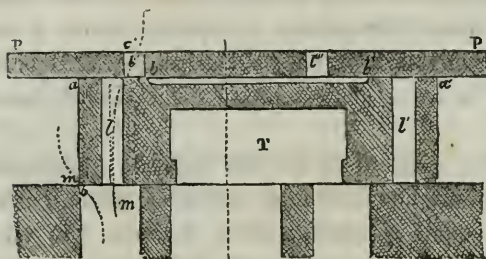
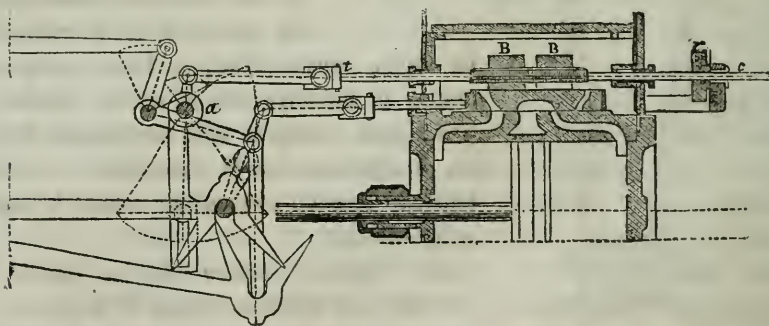



Fig. 168.

I bordi della cassetta e la piastra sono forati da luci l, l', l'' ed l''' disposte in maniera che allorquando il bordo m della cassetta è sul punto di scoprire quella c della tavola, il bordo m della luce l coincide egualmente con quella c' della piastra superiore. Si comprende facilmente che se la luce aperta in c è di sei millimetri, essa lo sarà della medesima quantità in c'; i passaggi pei quali il vapore si porta nei cilindri saranno adunque raddoppiati.

Tensioni a due cassette. — Si sono proposte diverse disposizioni per far variare la tensione col mezzo d'apparati distinti dalle cassette. Le due principali sono il *sistema Meyer* ed il *sistema Gonzenbach.*

Sistema Meyer. — In questo apparato la cassetta è prolungata ne'suoi estremi, in maniera da presentare oltre i suoi bordi due fori delle medesime sezioni delle luci (fig. 169).

Fig. 169.

Allorquando questi due fori corrispondono alle luci, il vapore penetra nel cilindro. Sopra questa cassetta poggiano due beccatelli o pezzi prismatici $B\,B$ attaccati ad un asse a vite t. Il passo delle porzioni di viti che entrano in ciascun pezzo sono in senso inverso; l'asse riceve il movimento dallo stantuffo col mezzo di un piccolo albero di distribuzione a che porta due manovelle; esso cammina adunque in senso inverso dello stantuffo.

Nella prima parte della corsa dello stantuffo, la cassetta ed i pezzi camminano in senso inverso.

Se prima che lo stantuffo sia giunto al termine della sua corsa uno dei pezzi va a coprire il foro della cassetta che trasmette il vapore nel cilindro, e se esso non iscopre questa luce prima che lo stantuffo abbia ultimata la sua corsa, il vapore agisce per tensione, partendo dal momento in cui venne intercettato il passaggio.

Il pezzo che deve intercettare l'ammissione trovandosi collocato fra i due fori della cassetta alla partenza dello stantuffo, il pezzo ed il foro andranno d'accordo ad incontrarsi e si sovrapporranno se le loro posizioni iniziali e le corse saranno convenientemente calcolate.

Nel secondo periodo del loro movimento essi correranno nella stessa direzione; ma siccome il loro moto non sarà il medesimo, le posizioni relative cambieranno ancora e potrà sempre dar luogo ad una sovrapposizione se essa non è avvenuta nel primo periodo.

Il movimento della cassetta e quello dei pezzi è invariabile; da ciò risulta che i bordi esterni dei fori della cassetta e del pezzo si incontreranno altrettanto più presto quanto più i pezzi saranno distanti. Il meccanico fa variare tale distanza, e per conseguenza il punto ove incomincia la tensione, girando l'asta a vite dei pezzi col mezzo di ruote dentate, di alberi e di una manovella. L'una di queste ruote r è montata sopra un'asta a vite, ma essa non la segue nel suo movimento di andata e ritorno, ed invece striscia con un dolce sfregamento sopra tale asta, e la traduce nel suo movimento di rotazione che le imprime il meccanico col mezzo di una linguetta che penetra in una scanalatura.

Il sistema Meyer presenta molti vantaggi su quello di Stephenson, che qui accenneremo.

Il cammino della cassetta essendo il medesimo in tutte le posizioni dei pezzi sui loro assi, gli orificj presentano sempre la medesima sezione, qualunque sia il grado di tensione col quale si cammina. L'avanzo a contro-vapore non varia punto, come pure l'avanzo allo scappamento; si può adunque regolarsi una volta per sempre, in maniera che esse si trovino nelle migliori condizioni possibili.

Infine la compressione, che in questi apparati a corse variabili cresce rapidamente quanto la tensione, resta costantemente la medesima, e può ridursi al limite al quale essa cessa di essere utile.

Ciò non pertanto il sistema Meyer venne in Francia del tutto abbandonato in causa della complicazione delle sue parti, delle numerose riparazioni di cui abbisogna, ed infine per lo sfregamento considerevole che risulta dallo strisciamento dei pezzi sulla cassetta. In Austria questo apparato gode sempre la preferenza, ad eccezione che i pezzi non sono

messi in movimento dall' asse dello stantuffo, ma bensì da un terzo eccentrico.

Sistema Gonzenbach e Delpèche. — In questi due sistemi la cassetta propriamente detta è assolutamente simile a quelle ordinarie. Il vapore viene anzi tutto introdotto in una prima scatola a vapore *B* (fig. 170) che

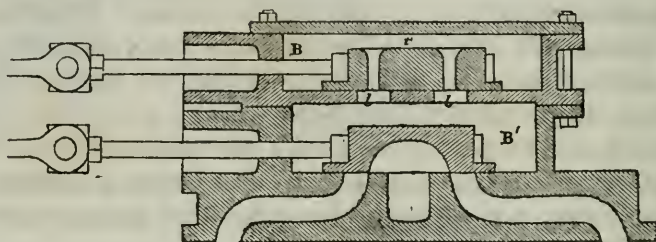
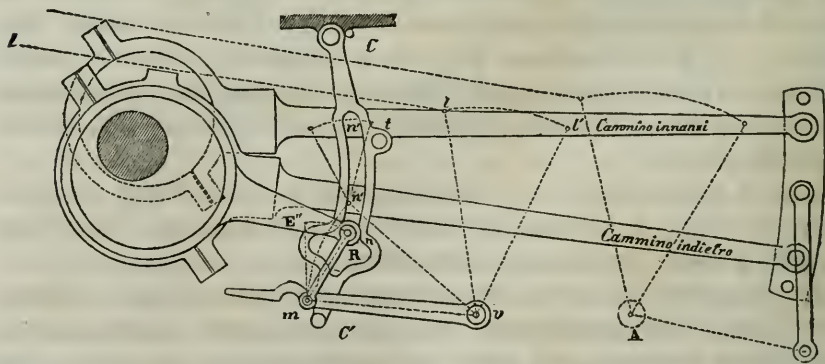
Fig. 170.

comunica con una seconda *B'* mediante due luci *l l*. Una seconda cassetta *t*, analoga a quella del sistema Meyer, striscia sulla tavola munita di orificj e dà il passaggio al vapore, o lo intercetta secondo che gli orificj della tavola si scoprono o restano chiusi. Questa cassetta è messa in movimento dall'eccentrico del cammino indietro, non agisce che allorquando la macchina corre innanzi. Variando la sua corsa, col mezzo di una culisse analoga a quella di Cabry (fig. 162) si fa variare la tensione. L'apparato di Delpèche non differisce da quello di Gonzenbach, che per la forma della culisse, la quale non permette di espandersi del tutto; questa modificazione si riconobbe necessaria in causa della difficoltà che si incontrava a moverlo col primitivo apparato in alcune posizioni della manovella.

Fig. 171.

Questa culisse *c c'* (fig. 171) è sospesa ad un punto *c* fisso sotto la caldaja; essa oscilla intorno al detto punto trascinata dalla barra dell'eccentrico

E'', il cui collare è montato sopra una carrucola di eccentrico perfettamente simile a quella del cammino indietro. La scatola ausiliaria essendo messa in movimento dal punto t della culisse, basta di far variare l'ampiezza della corsa della culisse stessa per produrre un effetto eguale sulla cassetta di tensione. A questo scopo l'albero, messo in movimento dalla piattaforma del meccanico da un'asta $l\,l$ e da una manovella $l\,v$, porta una seconda manovella $m\,v$ collegata all'estremità della barra dell'eccentrico E'' col mezzo della piccola asta $m\,n$. Facendo percorrere al punto l' l'arco $l\,l'$, si farà eseguire al punto m l'arco $m\,m'$ e si farà passare l'estremità della barra E'' da n in n'. Se si conduce il bottone n nella parte R della culisse, o se questa si allarga tutto in un tratto, la barra E'' eseguirà il suo movimento senza tradurre la culisse, e questa restando immobile non produrrà più tensione. La scatola principale è posta in movimento da una culisse ordinaria diretta da un albero di rialzo A e da una leva di cambiamento di cammino.

Questi apparati vennero attualmente abbandonati, inquantochè erano sottoposti a guastarsi facilmente, ed anche perchè la seconda scatola a vapore rendeva difficile l'ispezione della cassetta principale. Essi avevano sull'apparato Meyer il vantaggio di essere più semplici e di potersi applicare alle vecchie macchine, salvo soltanto ad introdurre una lieve modificazione nella scatola a vapore; ma riuscivano inferiori sotto il rapporto teorico, perchè il vapore si espandeva tanto nella seconda scatola quanto nel cilindro, per cui una parte dello sforzo meccanico andava perduto. Abbiamo creduto conveniente di estenderci alquanto sui diversi sistemi di tensione a due scatole, inquantochè sono i soli che utilizzino convenientemente il vapore. Ciascun giorno le esigenze del servizio obbligano ad aumentare la potenza delle macchine; si accresce perciò la produzione del vapore col mezzo di rilevanti superficie di riscaldamento, e gli apparati diventano enormemente pesanti. Non sarebbe forse più vantaggioso di procurarsi una parte di questo aumento di potenza con un impiego più razionale del vapore?

Eccentrici. — Gli eccentrici delle macchine locomotive sono in ghisa. Essi hanno due bande che presentano una debole sporgenza sulla circonferenza dell'eccentrico. In questa specie di gola si adatta il collare dell'eccentrico, che è una specie di anello in bronzo costrutto in due pezzi fra loro congiunti con bolloni. Alcune volte il collare è in ferro; in tal caso una delle metà è costrutta in ferro malleato colla barra d'eccentrico (fig. 147, B). Allorquando il collare è in bronzo, la barra è congiunta nel modo indicato dalla fig. 147, A. Qualche volta è il collare che porta la gola nella quale va a collocarsi l'eccentrico. Generalmente i due eccentrici di una stessa cassetta sono fusi insieme, ma quasi sempre si è costretti di comporli di due parti riunite mediante bolloni $b\,b$ (fig. 172 e 173) collocati nella ghisa e chiusi col mezzo di chiavette $c\,c$. L'eccentrico è assicurato all'albero motore col mezzo di

chiavette d; altre volte si usavano delle viti pel chiudimento; ma esse si riconobbero insufficienti.

Nelle vecchie distribuzioni le forcelle erano lavorate al martello insieme colle barre, e dovevano riescire molto incavate per incontrare l' orecchione dell'albero di distribuzione in tutte le loro posizioni. Attualmente queste barre terminano in un semplice cappio che abbraccia l'estremo della culisse.

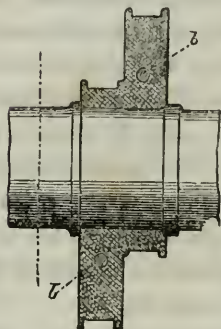
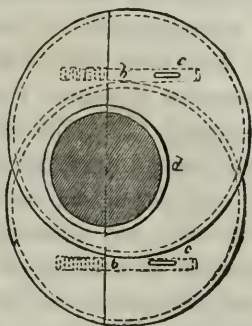
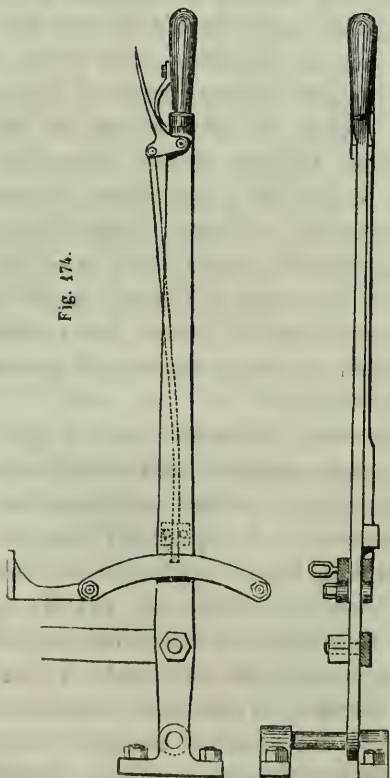



Fig. 172. Fig. 173.

Gli alberi di distribuzione e di rialzo sono in ferro ed in un sol pezzo con tutte le loro manovelle. Gli altri pezzi di trasmissione sono egualmente in ferro.

Fig. 174.

Culisse. — Abbiamo già indicato (fig. 152, pag. 230) la disposizione di una culisse denominata *culisse semplice*. Qualche volta si sono impiegate altre culissi, che si chiamano doppie. L'asse della cassetta è assicurato ad una staffa col mezzo di due viti, le quali permettono di poter regolare facilmente la lunghezza del detto asse. La staffa è articolata su di un pezzo chiamato *guida quadrata*, la quale è diretta nel senso del suo movimento rettilineo da un sostegno assicurato al corpo della macchina. L' altra estremità della guida quadrata porta un orecchione su cui sono attaccate due piccole culissi in acciajo, ciascuna delle quali scorre nella scanalatura di una delle parti della culisse. Generalmente la culisse doppia è sospesa all' albero di rialzo verso la metà della sua altezza.

Leva del cambiamento di cammino. — (Fig. 175). La leva pel cambiamento di cammino che viene maggiormente adottata è quella rappresentata dalla fig. 175. Essa è interamente di ferro malleato, ed il suo punto fisso *o* alcune volte si trova sulla caldaja, altre sul corpo della macchina. La leva ha un' incavatura *m* nella quale penetra il settore *S S*, ed una piccola verga di ferro *tt*, chiamata chiavistello (*verrou*) compresso da una molla, va a collocarsi nelle dentature *c*, *c'*, *c''*, di questo settore. Il settore è attaccato alla caldaja ed al corpo della macchina nell'egual modo del punto fisso della leva. L'asta o grande leva di cambiamento di cammino è articolata nel suo perno in *g*.

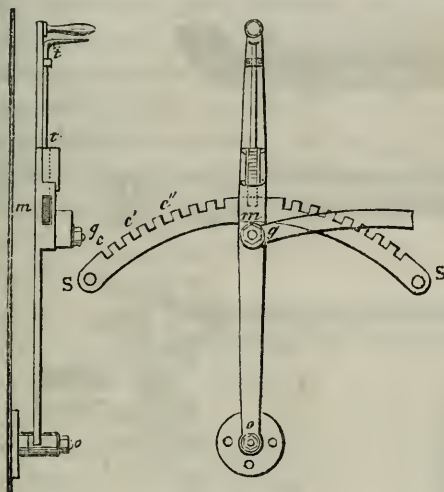



Fig. 175.

Allorquando si vuol cambiare di cammino e far variare la tensione, si solleva il chiavistello, si conduce la leva nella posizione richiesta, e si lascia cadere il chiavistello medesimo nella dentatura.

Siccome le macchine camminano quasi sempre innanzi, è bene che il meccanismo di cambiamento di cammino sia disposto in modo che la leva si trovi inclinata anteriormente pel cammino innanzi, inquantochè se viene a mancare il chiavistello, la leva premuta dallo sfregamento è cacciata con violenza contro l'estremità del settore verso la quale è inclinata, e colpisce indubbiamente il meccanico se desso trovasi in vicinanza.

Trombe alimentari. — Precedentemente abbiamo veduto che le trombe alimentari sono mosse ora direttamente dal calcio dello stantuffo, ora dall'eccentrico del cammino anteriore.

Le trombe alimentari mosse direttamente dal calcio dello stantuffo comprendono:

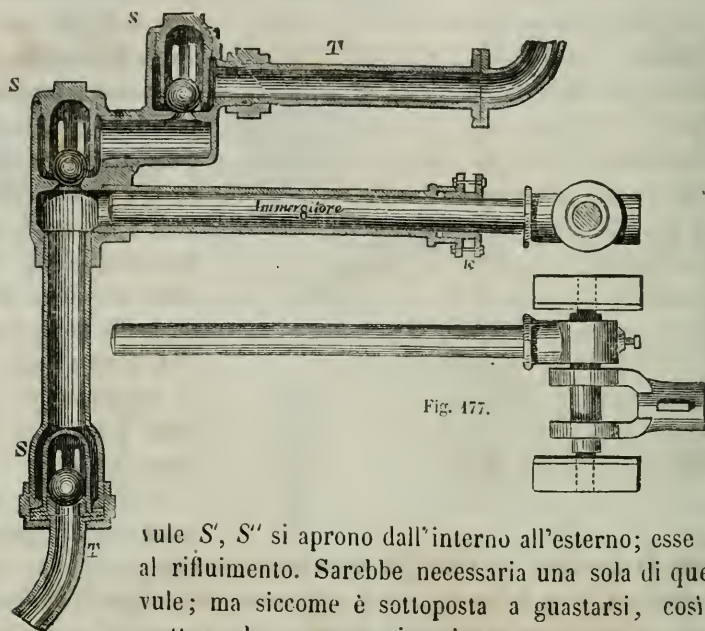
1.° Un immergitore (*plongeur*) fig. 177, ordinariamente in acciajo, del diametro da 0^m 04 a 0^m 06, assicurato al calcio dello stantuffo paralellamente al suo asse. Tale immergitore attraversa un otturatore a stoppa *E*, che lo chiude al di fuori.

2.° Un corpo di tromba in bronzo od in ghisa nel quale si muove l'immergitore (fig. 176). Il diametro interno di questo corpo di tromba è al-

quanto più grande di quello dell' immergitore, affinchè questo vi si possa movere liberamente. Il corpo della tromba è assicurato all' intelajatura della macchina, ovvero sui sistemi degli strisciatori.

3.° Tre valvule generalmente a sfera coi rispettivi cappelli. La valvula S si apre dall'esterno all' interno del cilindro, e serve all'aspirazione. Le val-

Fig. 176.

Fig. 177.

vule S', S'' si aprono dall'interno all'esterno; esse servono al rifluimento. Sarebbe necessaria una sola di queste valvule; ma siccome è sottoposta a guastarsi, così se ne mettono due per maggior sicurezza.

4.° Due tubi in rame; l'uno dei quali T chiamato tubo d'aspirazione, l'altro tubo T' di rifluimento (*).

La prima parte, destinata all'aspirazione, va al serbatojo d'acqua del tender. Siccome però la posizione di questo varia in riguardo a quella della macchina, una parte del tubo di aspirazione deve essere flessibile.

La seconda esce dalla parte del rifluimento e termina al robinotto di custodia assicurato alla caldaja, e generalmente in vicinanza alla camera del fumo.

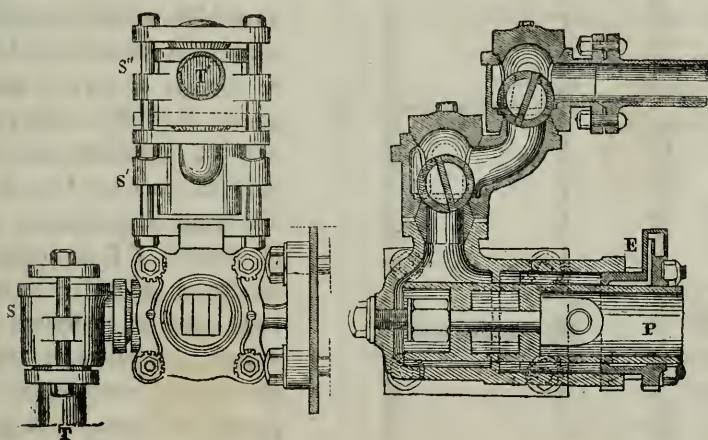
Questo robinetto serve ad intercettare la comunicazione dalla caldaja alla tromba, allorquando essa viene a guastarsi. Spesso la seconda parte del rifluimento fa seguito al robinetto di custodia, di maniera che il tubo di rifluimento è interposto fra le due parti del rifluimento stesso. Questa disposizione

(*) In alcune vecchie macchine di Stephenson il tubo di rifluimento terminava al focolajo. Questa disposizione era difettosa, inquantochè l'acqua fredda d'alimentazione che veniva a colpire il focolajo, le cui pareti sono sempre ad un' alta temperatura, intaccava le pareti medesime, e vi produceva delle numerose fughe.

è molto conveniente, ed allorquando essa manca accade frequentemente che il tubo di rifluimento si screpoli e si incontra molta difficoltà a chiudere il robinetto di custodia, in causa dello spruzzo d'acqua bollente; in tal caso la caldaja si vuota rapidamente.

Fra le due valvule di rifluimento si trova un'apertura da cui parte un piccolo tubo munito di robinetto che il meccanico move dalla sua piattaforma. Aprendo questo robinetto si fa uscire l'aria contenuta nel corpo della tromba, e si scorge che la tromba stessa funziona allorquando il getto che sfugge è sicuro ed allorchè le sue pulsazioni coincidono con quelle della tromba.

Le trombe mosse dagli eccentrici non differiscono dalle precedenti che pel diametro e per la corsa dell'immergitore (vedi la fig. 178). Alcune volte esse

Fig. 178.

si assicurano all'intelajatura della macchina, ma generalmente alla caldaja e contro la parete anteriore della camera del fuoco.

Alcuni costruttori collocano sulla locomotiva una piccola macchina a vapore speciale che mette in movimento una tromba alimentare. Questa disposizione è più particolarmente applicata alle macchine per le merci, che sono spesso obbligate a fermarsi lungo tempo sulle rotaje delle stazioni per attendere il passaggio dei treni dei viaggiatori. L'uso di queste piccole macchine converrebbe forse di estenderlo anche alle locomotive dei viaggiatori.

Alla strada di Strasburgo si riconobbe che le trombe trovandosi situate all'esterno, nel tempo dei grandi freddi l'acqua era esposta a gelare; per cui ora si sono trasportate nell' interno.

DEL TRENO.

Il treno è composto essenzialmente:

1.° Dell'intelajatura co' suoi accessorj, quali sono i cacciapietre, le attaccature e la piattaforma;

2.° Delle ruote;

3.° Della scatola del grasso e delle molle.

Intelajature. — Sia che le intelajature si trovino all'esterno, sia che siano collocate nell'interno, esse si compongono sempre essenzialmente delle travi longitudinali (*longerons*) riunite da due trasversali.

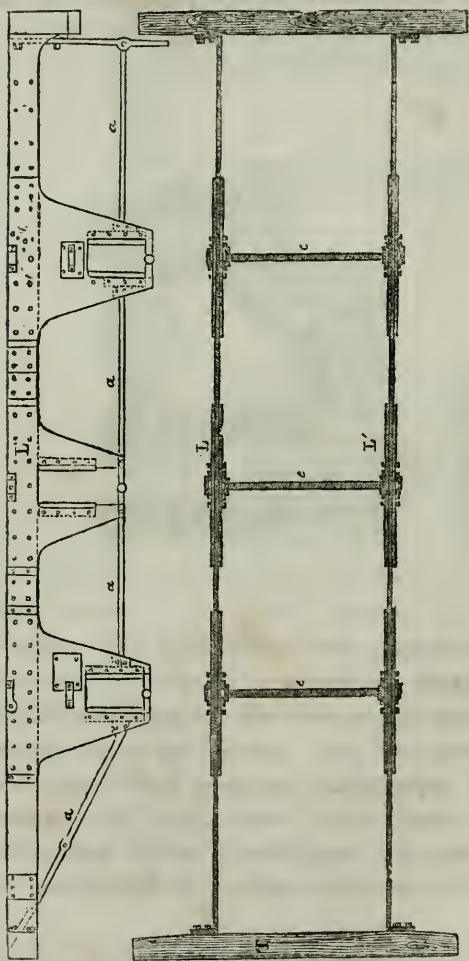
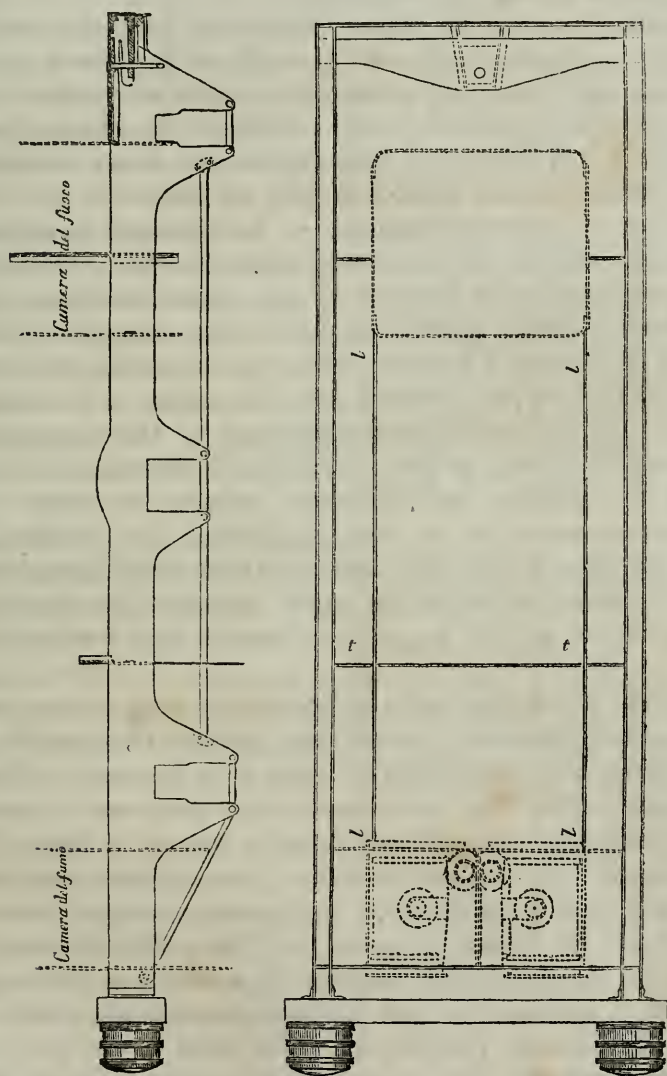



Fig. 179.

Nelle intelajature interne (figura 179) le travi longitudinali *L* consistono ordinariamente in barre robuste di ferro, della larghezza di $0^m 20$ e della grossezza di $0^m 03$, terminate alle due estremità da zanche di ferro malleato, alle quali si assicurano con viti le traverse *T T* in legname. Le piastre di guardia, le cui funzioni sono le medesime che nei vagoni, generalmente sono doppie; esse si compongono di due piastre in lamina, della grossezza da $0^m 012$ a $0^m 015$, assicurate da una parte e dall'altra alla trave longitudinale col mezzo di chiodi che attraversano le tre grossezze. Alcune volte non si mette che una sola piastra di guardia, la quale in allora ha la grossezza da $0^m 017$ a $0^m 020$. Infine esistono pure delle intelajature nelle quali tali piastre sono malleate insieme alle travi longitudinali: con questa disposizione si diminuiscono di grossezza le stesse travi, ed in tal maniera si pos-

sono aumentare sensibilmente le dimensioni trasversali della caldaja. Qualche volta si sopprime la traversa posteriore in legname, e si dispone l'apparato d'attaccamento della macchina al tender, in modo da surrogare questa traversa (fig. 180).

Per dare una maggior rigidezza all'intelajatura si collegano le estremità

Fig. 180.

inferiori delle piastre di guardia mediante robuste armature in ferro piatto *a a*. Allo stesso scopo si riuniscono le piastre di guardia di una medesima sala col mezzo di tiranti *e e* di ferro tondo (fig. 179.)

Allorquando l'intelajatura è all'esterno, non si possono più collegare le piastre di guardia col mezzo di armature trasversali, ed è duopo in tal caso che le travi longitudinali abbiano esse medesime una maggior rigidezza. A tal effetto si costruiscono in legname ricoperte da lamine ai due lati ed in allora le piastre di guardia sono intagliate in queste lamine, e riportate come nelle intelajature interne (fig. 180).

In generale le intelajature esterne obbligano ad usare delle piccole travi supplementari o *longoni ll*, alle quali si assicurano gli strisciatori, ed anche qualche volta delle scatole del grasso ausiliari della sala motrice.

Sovente si collegano eziandio le travi longitudinali di qualunque intelajatura con traverse *t*, *t'* in lamina o in ferro malleato che danno loro della rigidezza, e servono di punti d'attacco ai pezzi del meccanismo.

Si riunisce la caldaja all'intelajatura. — Anteriormente col mezzo di sostegni in ferro malleato inchiodati sulla camera del fumo e bollonati sulle travi, o semplicemente col bollonare la detta camera del fumo ai cilindri sotto il corpo cilindrico mediante sostegni in ferro malleato o con lamine inchiodate sulla caldaja e bollonate sulle travi longitudinali fra le sale. Siccome la caldaja deve poter dilatarsi indipendentemente dall'intelajatura, si ovalizzano i fori pei quali i bolloni attraversano le travi longitudinali. — Alla destra della camera del fuoco col mezzo di cantonate inchiodate alla caldaja e che poggiano sull'intelajatura, oppure con grappe in ferro od in ghisa interposte fra le travi longitudinali e con robuste orecchie attaccate alle pareti laterali della camera del fuoco consolidate col mezzo di squadre in lamina inchiodate alle pareti trasversali della detta capacità. Le travi longitudinali, le grappe e le orecchie sono riunite da robusti bolloni.

Allorquando le macchine hanno un'intelajatura interna per le ruote motrici ed un'altra esterna per le piccole ruote (macchine Buddicom, Crampton), vi sono quattro travi longitudinali in lamina della grossezza di $0^{m}\,025$, oppure in legno o ferro come per le macchine col telajo esterno. Queste quattro travi longitudinali sono collegate da molte traverse in lamina.

I cacciapietre sono due aste verticali in ferro assicurate nella parte superiore della traversa anteriore dell'intelajatura e discendono verticalmente alla rotaja sino alla distanza da questa di $0^{m}\,05$ a $0^{m}\,06$. Essi sono riuniti pressochè nel mezzo della loro lunghezza da una saetta ed assicurati da due puntelli che li collegano alle travi longitudinali ovvero alle piastre di guardia della sala anteriore. I cacciapietre, come indica il loro nome, servono a sbarazzare le guide dai corpi stranieri che vi potessero essere ad impedirle.

Da qualche tempo si collocano eziandio dei cacciapietre sul tender. Essi sono diretti a prevenire gli accidenti nel caso in cui la macchina retroceda.

La macchina viene riunita al tender col mezzo di un tenditore oppure con una barra d'attaccamento. Il tenditore è formato nell' egual maniera di quello che abbiamo descritto parlando dei vagoni. I due uncini entrano in altrettanti anelli, l'uno dei quali è assicurato all'intelajatura della macchina, l'altro a quella del tender. In generale uno di questi uncini agisce sull'intelajatura coll'intermediario di una molla di trazione.

Ordinariamente si usa una barra di attaccamento. Essa consiste in un'asta di sezione circolare rigonfiata verso la metà, che termina in due teste forate alle estremità, ne'cui pertugi entrano i bolloni d'attaccamento. Questi bolloni attraversano due animette in ferro od in acciajo inchiodate sopra robuste piastre di lamina assicurate posteriormente alla camera del fuoco o meglio fra le travi longitudinali dell'intelajatura.

Oltre alla barra d'attaccamento si collocano generalmente da una parte e dall'altra di questa barra due specie di catene di sicurezza.

La traversa anteriore della macchina è munita nel suo mezzo di un uncino o di un chiodo ad anello che serve ad attaccarvi la parte posteriore di una seconda macchina, ovvero a riunirla colla parte posteriore di un treno che si vuol spingere in movimento. L' accennata traversa è inoltre munita di due repulsori in cuojo imbottiti oppure in caoutchouc vulcanizzato che si incontrino coi repulsori del tender e del vagone che si mette in coda.

La piattaforma del meccanico è composta da lamine di ferro che poggiano direttamente sul telajo, oppure coll'intermediario di peducci. Si procura di estendere possibilmente la piattaforma all'ingiro di tutta la macchina onde poter visitare ogni parte durante il cammino. La piattaforma propriamente detta che circonda la camera del fuoco è munita di un parapetto il quale è generalmente formato di fogli di lamiera congiunti nella parte posteriore a piccole colonnette in ferro e munite al disopra di *corramano* che parte dalla caldaja e termina alla sommità di queste colonnette.

Ruote e sale. — Le dimensioni delle ruote delle locomotive variano fra 1 metro e $2^m 10$ ed anche oltre ($2^m 40$ a $2^m 60$). Queste ruote sono in generale di ferro laminato, alle quali si applicano i cerchi pure in ferro malleato. Ciò non pertanto in America si impiegano sovente delle ruote in ghisa fuse in un sol pezzo. Qualunque sia la natura della ghisa impiegata, tali ruote sono pericolose, almeno per le macchine che corrono a grande velocità.

Le ruote delle locomotive che si impiegano generalmente sono coi raggi di ferro piegato oppure in ferro malleato.

Nel primo caso è bene di munirle di un falso cerchio (vedi i vagoni a pag. 97); i mozzi sono sempre in ghisa o in ferro. Nel secondo caso il

falso cerchio è inutile, il mozzo è generalmente in ghisa; ciò nonostante si costruiscono ora delle ruote i cui mozzi sono lavorati al martello insieme ai raggi. Le ruote coi raggi in ferro malleato quantunque più costose di quelle coi raggi piegati, sono in giornata preferite inquantochè durano assai e conservano per molto tempo i loro cerchi.

I mozzi delle ruote delle locomotive sono congiunti alla parte adattata delle sale col mezzo di un torchio idraulico; si impedisce di girare sopra queste sale mediante due chiavette in acciajo fitte a colpi di mazza dopo che le ruote sono state collocate al loro posto (1).

(1) Fra i raggi delle ruote motrici e pressochè nella parte opposta della manovella da qualche tempo si collocano dei contrappesi destinati a diminuire e perturbazioni che soffrono le macchine nelle loro corse.

Il Lechâtelier ha pubblicato sotto il titolo di *Studj sulla stabilità delle macchine locomotive in movimento,* un lavoro nel quale dà le istruzioni necessarie per l'applicazione di questi contrappesi. Ciò nullameno diremo alcune parole sul loro scopo e sul modo con cui agiscono.

In una macchina locomotiva in movimento si distinguono due serie di organi, cioè:

1.° Quelli che non sono animali che da un movimento di traslazione sulla strada, come sono la caldaja, l'intelajatura, i cilindri, ecc. che chiameremo *fissi.*

2.° Quelli che oltre il movimento di traslazione generale possedono un *movimento relativo* per rapporto agli organi fissi della macchina, come sono gli stantuffi coi loro assi ed i calci, gli immergitori delle trombe, le aste snodate, le manovelle, le ruote e l'apparato di distribuzione.

Le manovelle dei due sistemi motori essendo congiunte ad angolo retto, possiamo determinare per ciascun giro di ruota quattro periodi distinti nel cammino di questi pezzi animati da un movimento di andata e di ritorno combinato per alcuni di essi con un movimento di rotazione.

I periodo — *I pezzi oscillanti dei due apparati motori corrono simultaneamente nel senso del movimento generale.* In questo caso la loro velocità relativa di traslazione si aggiunge alla velocità relativa delle parti fisse della macchina di traslazione, ed in allora la potenza viva è al suo massimo.

II periodo — *Gli organi a destra continuano ad avanzarsi mentre quelli a sinistra retrocedono.* In questo movimento i primi hanno per velocità quella di traslazione aumentata della velocità relativa; i secondi la medesima velocità di traslazione diminuita di questa velocità relativa. La parte anteriore della macchina tende a moversi trasversalmente alla strada da destra a sinistra girando intorno ad un asse verticale situato nel piano simmetrico longitudinale della macchina.

III periodo — *Le due serie di pezzi oscillanti camminano simultaneamente in senso inverso del movimento generale;* la potenza viva raggiunge il suo minimo.

IV periodo — *Gli organi a destra retrocedono mentre quelli a sinistra ritornati a destra* riproducono una situazione analoga a quella del secondo periodo.

Il treno essendo animato da una velocità uniforme, la macchina nel primo periodo tende ad accelerare il suo cammino e nel terzo a rallentarlo; per l'osservatore situato sulla macchina questo sembra prendere un movimento alternato dall'indietro all'avanti e viceversa, il quale produce delle scosse sulla barra d'attaccamento del tender. Questo movimento si chiama *movimento di ondeggiamento* (mouvement de tangage).

Il secondo ed il quarto periodo danno luogo ad un movimento ondulatorio *(mouvement de lacet),* nel quale la macchina gira ora a destra ora a sinistra.

Se ora si dispone fra i raggi di ciascuna via motrice all'opposto della manovella un *contrappeso* convenientemente calcolato, questo contrappeso, che avanzerà allorquando i pezzi oscillanti retrocederanno e retrocederà allorchè essi si avanzeranno, agirà in senso inverso di questi pezzi ed eliderà o almeno diminuirà considerevolmente le perturbazioni che abbiamo indicate.

I fusi delle sale devono presentare una grande superficie affinchè la pressione che sostengono non le faccia riscaldare elidendo in tal modo l'ingrassamento.

Allorquando sono all'esterno, si raggiunge questo scopo coll'allungarle; ma se si trovano internamente, si assegna loro un maggior diametro. I collari di questi fusi non devono essere troppo bassi, senza di che essi in breve tempo prenderebbero dell'agio nei cuscinetti delle scatole del grasso. È d'uopo evitare accuratamente tutti gli angoli vivi in quelli che rientrano in queste sale.

Scatole del grasso, molle, ecc. — Le scatole del grasso sono composte di tre parti, cioè la scatola, il cuscinetto ed il fondo. Il cuscinetto è sempre in bronzo, la scatola ed il fondo in ghisa e qualche volta in ferro od in bronzo.

Allorquando queste scatole sono interamente in bronzo, si sopprime sovente il cuscinetto, ciò che obbliga a cambiare interamente la scatola allorchè il fuso prende troppo agio — Nella parte superiore la scatola del grasso riceve l'asta di pressione della molla pressochè nel suo centro. Ai due lati di quest'asta si trovano due serbatoj d'olio che comunicano col fuso mediante piccoli canali ed esche di cotone che fanno l'ufficio di sifone.

Le scatole del grasso sono assicurate alla piastra di guardia coll'intermediario degli strisciatori in ghisa compatta. La posizione in opera di questi pezzi deve essere molto accurata; senza di che gli assi del meccanismo non conserverebbero le loro posizioni relative. — Gli strisciatori logorandosi assai prontamente, si muniscono spesso di cunei di chiudimento. — Allorquando l'intelajatura è all'esterno, le scatole del grasso si dispongono sovente nelle travi longitudinali, ed in tal maniera si sostiene la sala a gomito in quattro punti.

Oltre questi movimenti ondulatorj esistono nelle macchine due altri movimenti anormali, cioè il *galop* ed il *tempellamento*. Il *galop* è un movimento di rotazione della macchina intorno ad un asse orizzontale trasversalmente alla rotaja; il *tempellamento* è un altro movimento di rotazione intorno ad un asse orizzontale situato nel piano di simmetria longitudinale della macchina.

Questi due movimenti sono dovuti all'obliquità variabile delle aste snodate. La pressione del vapore agisce sugli stantuffi nella direzione dell'asse dei cilindri; questa pressione si decompone in due altre, l'una delle quali si esercita seguendo gli assi delle aste snodate, l'altra normalmente ai cilindri. Quest'ultima componente agisce sullo strisciatore superiore pel cammino innanzi, e sullo strisciatore inferiore pel cammino indietro; essa varia d'intensità coll'obliquità dell'asta snodata; allorquando tale obliquità è la medesima pei due apparati motori, essa produce il *galop*; allorchè essa è molto diversa pei due lati della macchina, dà luogo al tempellamento.

Col mezzo dei contrappesi il Lechâtellier paralizza egualmente il galop ed il tempellamento. Il sig. Yvon de Villarceau ha presentato alla Società degli ingegneri civili un lavoro nel quale esso ha studiato coll'analisi e nel modo più completo la stabilità delle macchine locomotive in movimento.

Molle. — Le molle sono formate da lame d'acciajo sovrapposte l'una all'altra; esse devono essere bastantemente rigide, affinchè le oscillazioni dell' intelajatura per riguardo alla sala motrice non influiscano di troppo sulla distribuzione, e perchè le perturbazioni di cui abbiamo analizzate le cause parlando dei contrappesi attaccati alle ruote non abbiano a dar luogo a movimenti oscillatorj troppo sensibili. Per molto tempo si usò l'acciajo di cementazione nella costruzione delle molle; attualmente si preferisce l'acciajo fuso, che ha una elasticità ed una omogeneità molto maggiore, ciò che permette l'uso delle molle composte di 9 fogli in luogo di 15 o 18.

La fig. 181 rappresenta una molla in acciajo di cementazione col sistema di attaccamento su di una trave longitudinale dell' intelajatura esterna. Le due viti coi passi opposti che riuniscono a due a due le quattro staffe di sospensione, servono a regolare la tensione della molla; l'asse cilindrico che abbraccia il *capo* od *anello* della molla, attraversa il legname dell'intelajatura e va a premere sul centro della scatola del grasso.

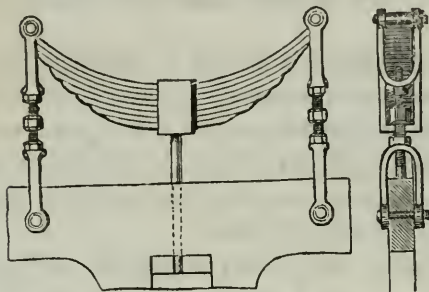



Fig. 181.

Nella fig. 182 si indica la forma di una molla d'acciajo fuso montata sull'intelajatura interna. Gli assi di trazione portano ciascuno due galletti, i quali nel sistema più moderno sono rappresentati dalla fig. 183 e poggiano su di un' animella. Questa agisce alla sua volta sopra di un fulcro simile a quello delle bilancie ed incontra le due estremità del foglio principale della molla. L'asse di pressione è generalmente doppio; i due rami sono guidati ai due lati della trave longitudinale col mezzo di piccole staffe.

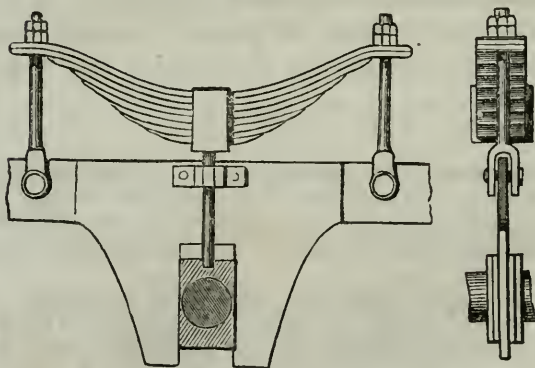
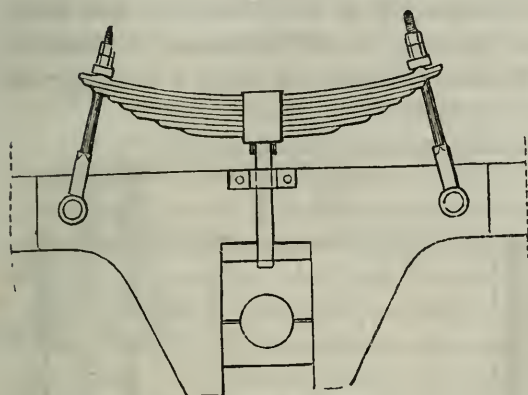



Fig. 182

Alcune volte le molle si collocano sulle scatole del grasso. Generalmente si abbandona una tale disposizione per le piccole ruote, inquantochè queste molle sono soggette ad essere guastate dagli oggetti che si possono trovare accidentalmente sulla rotaja.

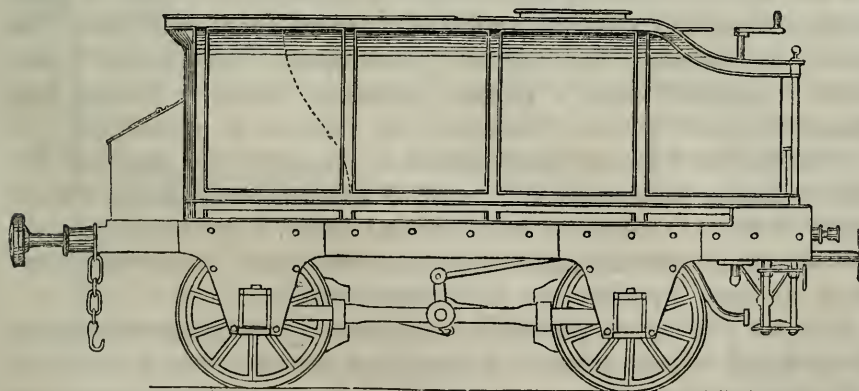
In molte macchine di recente costruzione si è sostituita alle due molle della sala posteriore una sola molla trasversale, i due estremi della quale vanno a poggiarsi ciascuno sopra una scatola del grasso.

Fig. 183.

Nelle macchine del Crampton l' intelajatura è sospesa soltanto da tre molle. Le ruote motrici sostengono la parte posteriore della macchina col mezzo di una sola molla trasversale; le ruote anteriori da un medesimo lato della macchina non hanno egualmente che una sola molla.

Alcune volte si fa agire una sola molla sopra due ruote col mezzo di un bilanciere. Queste disposizioni hanno per iscopo di ripartire egualmente la pressione della macchina sopra le due sale.

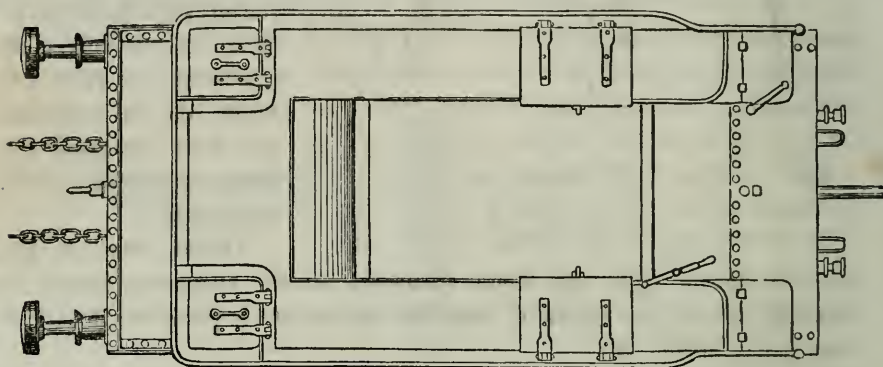
TENDER

Come già lo abbiamo indicato, il tender consiste in un carro sul quale si colloca l'acqua ed il carbone necessario per alimentare la macchina in cam-

Fig. 148.

mino. La sua capacità d' ordinario si calcola in maniera da poter contenere da 500 a 600 litri d' acqua, e da 2 000 a 2 400 chilogrammi di coke. Questa quantità d'acqua basta generalmente per un cammino da 50 a

60 chilometri, secondo il sistema della macchina e la capacità del meccanico, la maggiore o minore velocità del convoglio e le circostanze atmosferiche. Sulle grandi linee si dispongono da 30 in 30 chilometri almeno dei depositi ove i meccanici possono compiere le loro provviste d'acqua e di coke.

Il tender (fig. 184 e 185) si compone di un'intelajatura e di una cassa; l'intelajatura qualche volta è in legname, ma ordinariamente in lamina di ferro. Essa è portata da 4 o 6 ruote col mezzo di molle e di scatole del

Fig. 185.

grasso come nelle locomotive e nei vagoni. Anteriormente accoglie un secondo bollone, ovvero l'uncino di attaccamento, e le catene di sicurezza. Inoltre è munito di repulsori che si applicano contro la traversa posteriore della macchina. Allorquando la congiunzione della macchina al tender si eseguisce col mezzo di una barra rigida, questi repulsori sono in ferro, ed appoggiati sempre alla traversa col mezzo di una molla di pressione, ovvero sono in caoutchouc vulcanizzato. Un apparato speciale chiamato *tenditore* fa retrocedere i repulsori, allorquando si vuol eseguire l'attaccamento. Schiudendosi il tenditore i repulsori vanno a premere fortemente contro la traversa della macchina e contribuiscono in tal maniera alla rigidezza del sistema.

L'intelajatura è munita posteriormente di un apparato di urto e di trazione costituito, come quello dei vagoni, di una gran molla che ha nel suo centro la *barra*, l'*uncino* ed il *tenditore* d'attaccamento, il quale s'appoggia co' suoi estremi sull'asse del repulsore di urto. Due catene di sicurezza compiono il sistema d'attaccamento del tender al treno.

La cassa è di lamiera grossa da 5 a 6 millimetri; essa si compone del fondo su cui poggia la *cassa d'acqua* della forma di un ferro di cavallo. Fra i rami e sulla parte superiore di questa cassa si carica il coke. Uno o due pertugi per l'operajo (*trous d'homme*) chiusi da coperchi di rame forati servono ad introdurvi l'acqua ed al pulimento della cassa. Questi pertugi sono generalmente situati nella parte posteriore del tender ed ai due lati della parete superiore.

La presa dell'acqua si eseguisce col mezzo di due valvule situate anteriormente a ciascun ramo del ferro di cavallo. Queste valvule si movono mediante un' asta a vite dalla piattaforma del meccanico. Esse comunicano con due tubi di rame situati inferiormente al pavimento, e sul prolungamento dei tubi d'aspirazione delle trombe.

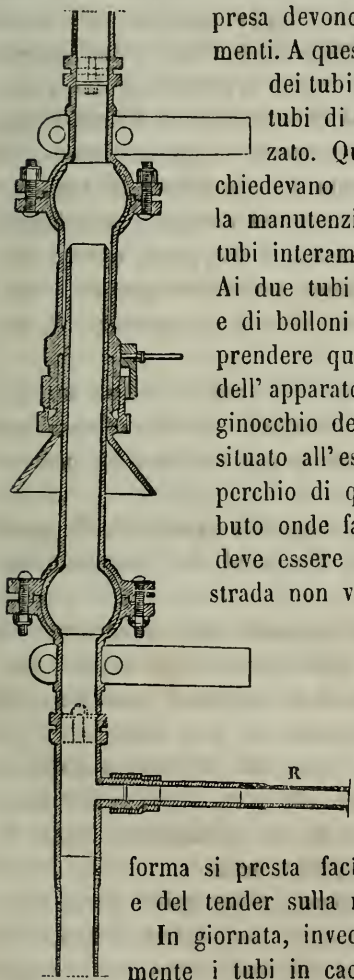
Tubi di congiunzione. — L' attaccatura del tender colla macchina è disposta in maniera che questi due apparati si possono inclinare l'uno per rapporto all' altro; per cui i tubi di presa devono piegare in modo da permettere tali movimenti. A questo scopo dapprima si eseguiva la congiunzione dei tubi della macchina con quelli del tender mediante tubi di cuojo, in tela od anche in caoutchouc vulcanizzato. Questi apparati peraltro erano imperfetti, richiedevano un lungo tempo per collocarli in posto, e la manutenzione era costosa; attualmente si preferiscono i tubi interamente metallici, rappresentati dalla fig. 186. Ai due tubi in rame si assicurano col mezzo di collari e di bolloni due tubi in bronzo a ginocchi che possono prendere qualsiasi posizione per rapporto alla parte fissa dell' apparato. Il tubo che forma il prolungamento del ginocchio del tender penetra in un otturatore a stoppa situato all' estremità del ginocchio della macchina. Il coperchio di questo otturatore a stoppa ha la forma di imbuto onde facilitare l'ingresso del tubo del tender; esso deve essere diretto all' indietro, affinchè la polvere della strada non vi si possa deporre, allorquando la macchina cammina anteriormente nella direzione ordinaria del suo movimento.

Fig. 186.

I ginocchi sono costosi da costruirsi e da mantenersi; il perchè il Polonceau per alcune macchine di Versaglia (sponda sinistra) e d' Orleans gli ha fatti sostituire da tubi di rame contornati a spirale, la cui forma si presta facilmente a tutti i movimenti della macchina e del tender sulla rotaja.

In giornata, invece di tali disposizioni si preferiscono generalmente i tubi in caoutchouc vulcanizzato di qualche grossezza, circondati da una spirale di filo di ferro, che impedisce la rottura dipendentemente dalla pressione interna del vapore,

Allorchè la pressione interna del vapore diventa tanto forte da far rialzare le valvule, ciò che accade specialmente stazionando, si dà sfogo a tale ecce-

denza di vapore nel tender ove esso riscalda l'acqua di alimentazione. A tal effetto vi sono due tubi muniti di robinetti che sono alla portata del meccanico e che diramano dalla parte superiore della camera del fuoco, e si uniscono al tubo di congiunzione della macchina in *R* (fig. 186). Tali apparati si chiamano i *tubi* e *robinetti riscaldatori.*

Freno. — Il tender è munito eziandio di un freno, col mezzo del quale il fuochista modera la velocità del convoglio, oppure lo ferma interamente. Il freno del tender ha subìto le medesime modificazioni di quello dei vagoni. Esso dapprima si componeva di una sola scarpa applicata sulla ruota col mezzo di una leva. In seguito venne impiegato un freno a due scarpe. Ora si fa uso di freni a quattro scarpe che vanno a premere, a due a due, ciascuna delle ruote del tender alle estremità di un medesimo diametro orizzontale. Si possono eziandio fermare simultaneamente le quattro ruote, ed ottenere come forza ritardatrice l'attrito dovuto al peso totale del tender.

Un buon freno del tender deve essere pronto ed energico; attualmente si move col mezzo di viti ad uno, a due od anche a tre passi, ovvero mediante dentiere. Quest'ultimo sistema non sembra preferibile quando i rapporti degli ingranaggi sono convenientemente calcolati, inquantochè la sua azione è quasi istantanea.

Sull'intelajatura del tender e posteriormente alla cassa si colloca un forziere che contiene dei crichi, delle leve, dei cordoni ed altri utensili col mezzo dei quali si può rimediare immediatamente agli accidenti che possono accadere durante il viaggio di un treno.

Ordinariamente il tender porta inoltre tre o quattro cassette, nelle quali il meccanico mette i suoi utensili, il grasso, l'olio ed altri accessorj che deve portare con sè.

Da qualche tempo si sopprimono i tender separati sulle linee brevi. A tal effetto si colloca la cassa del tender sul prolungamento delle travi longitudinali, poi si modifica la posizione delle ruote di questa macchina, in maniera da ottenere una distribuzione conveniente del peso sulle sale.

Si collocano egualmente dei recipienti d'acqua sulla caldaja, o sotto di essa fra le sale, ed infine sotto la piattaforma che gira intorno alla macchina. Relativamente a queste nuove disposizioni, che assumono il nome di *macchine tender,* abbiamo già fatta parola precedentemente.

Allorquando i raggi delle curve e la resistenza delle guide permettono di poter adottare un tale sistema, esso è molto conveniente. Infatti si sopprime la porzione notevole del peso morto dell'intelajatura, delle ruote e delle sale del tender, come pure gli apparati di congiunzione e di presa dell'acqua.

CAUSE DELLA INSTABILITA' DELLE MACCHINE LOCOMOTIVE.

Il Governo Prussiano nominò una Commissione incaricata di esaminare e di indicare le cause di sviamento delle locomotive, ed a questo scopo con delle locomotive sviate di instituire delle esperienze nelle condizioni le più sfavorevoli ed alla massima velocità fino agli ultimi estremi di sicurezza. Nel caso in cui le locomotive uscite dalle rotaje non fossero in condizione di essere rimesse in attività, le esperienze dovevano essere fatte con macchine simili; infine queste medesime esperienze dovevano essere ripetute con delle locomotive di una costruzione diversa da quella delle locomotive uscite di rotaja.

Tali esperienze hanno condotta la Commissione ad attribuire l' instabilità e gli sviamenti, che ne sono la conseguenza, a molte circostanze le quali sono inerenti alla macchina nella sua corsa, e che si trovano divise in cinque categorie, sulle quali getteremo uno sguardo. Esse comprendono:

1.° la ripartizione del peso sulle sale e sulle ruote;
2.° la velocità degli stantuffi;
3.° la distanza delle sale;
4.° la rigidezza delle piastre di guardia e delle molle;
5.° le oscillazioni verticali delle locomotive;
6.° infine il cambiamento di livello dell'acqua nella caldaja.

L'esame di questi fatti conduce naturalmente alle regole da seguirsi per evitare lo sviamento dalle ruotaje proveniente dalla sola macchina, e fra le quali i contrappesi delle ruote motrici occupano il primo posto.

Del resto poi si ommetterà tutto ciò che ha relazione allo sviamento dalla ruotaja, in conseguenza dell' irregolarità della strada, ed indipendentemente dalla costruzione della locomotiva.

Ripartizione del peso. — Non entreremo nello sviluppo delle calcolazioni che si trovano nel rapporto summentovato, ma ci limiteremo a ricavare i dati principali.

Parlando della ripartizione del carico, si ricava da un' equazione fondamentale:

« Che il peso delle sale di una locomotiva a quattro ruote rimane invariabile nello stesso modo che la posizione del centro di gravità.

« Che se la locomotiva poggia sopra tre sale colle molle indipendenti, il peso di una sala non può cambiarsi senza cambiare quello delle altre sale.

« Se il peso totale della locomotiva poggia sopra tre sale con sei molle in maniera che due punti d'appoggio si trovano riuniti col mezzo di bilancieri, i pesi delle tre sale non possono essere cambiati.

« La ripartizione del peso della locomotiva a molle indipendenti sopra una strada orizzontale dipende dalla tensione delle molle; se le molle delle

sale esterne sono più tese, queste sale inallora sono maggiormente caricate, e la sala di mezzo lo è meno e viceversa.

« Se le molle nel mezzo sono più o meno tese, le sale estreme sono sollevate dal peso nel rapporto inverso della loro distanza dalla sala di mezzo.

« Se la tensione della molla di mezzo è esagerata, una delle sale estreme può essere scaricata interamente e presenterà in tal caso dei pericoli reali nel cammino della locomotiva; ciò accadrà altrettanto più presto, quanto più il centro di gravità sarà lontano dalla sala di mezzo. La sala opposta al centro di gravità relativamente alla sala di mezzo sarà scaricata. Se il centro di gravità si trova esattamente sulla sala di mezzo, soltanto una delle sale estreme può essere scaricata. Lo scarico di una sala estrema, non può aver luogo che in seguito alla tensione delle molle della sala di mezzo su cui sia trasportato il peso della macchina ».

Un' altra posizione molto pericolosa può verificarsi nelle molle a sei ruote separate, ed è allorquando due ruote di una medesima sala sono caricate inegualmente. Ciò può accadere su di una strada perfettamente orizzontale, in seguito ad una tensione disuguale delle molle, od in conseguenza dell' indebolimento di una molla. Tale ineguaglianza di tensione e di ripartizione di peso, è sovente molto considerevole; è dunque necessario di confrontare spesso il carico con una bilancia speciale. Effetti simili a quelli prodotti da una tensione disuguale delle molle, accadono in seguito alle ineguaglianze della strada.

In una macchina in riposo, la ripartizione del peso cambia allorquando si preme la ruota contro la molla come se si chiudesse la molla contro la ruota fissa. Un avvicinamento simile della ruota contro la molla ha luogo durante il viaggio quando la macchina urta in un rialzo sulla rotaja.

Se questo rialzo è piccolo, la sua azione sulle ruote è poco sensibile e scompare in breve tempo nella gran massa della macchina. Se tali ineguaglianze sono più estese, per esempio, negli abbassamenti dei riporti o nei sollevamenti di terreno dopo il gelo, la loro azione diviene altrettanto più grande, quanto più aumenteranno le oscillazioni della locomotiva, specialmente se la rotaja presenta delle ondulazioni verticali, o qualora le depressioni si alternano coi sollevamenti.

Per calcolare gli effetti della irregolarità della strada sulla ripartizione del peso si sono instituite diverse esperienze. Furono collocate le ruote anteriori di una locomotiva su di una bilancia a leva e le altre ruote sulla ruotaja. Degli appoggi di diverse dimensioni si sono collocati al di sotto delle ruote di mezzo, per figurare i rialzi sulla rotaja, in maniera che la locomotiva si trovava più elevata colle ruote di mezzo di quello che colle ruote estreme.

Con un appoggio di 0^{m} 015 di altezza collocato sotto una macchina a sei molle indipendenti, il carico della sala anteriore è stato di una tonnellata,

mentre che sopra una linea orizzontale ha prodotto una pressione di tonnellate 4. 5. Questa differenza è adunque bastantemente considerevole. È da osservarsi altresì che il carico che pesa sulle sale dipende eziandio dalla forma delle molle.

Da quanto si è detto risulta essere molto importante, specialmente nelle grandi velocità, di allontanare tutto ciò che può influire sul cambiamento di pressione delle ruote, ovvero di renderle indifferenti a tali cambiamenti. A questo scopo si presentano due mezzi.

Il primo consiste nell'applicazione dei bilancieri sopra due ruote al lungo della caldaja, ovvero nel servirsi del bilanciere delle molle sulle due sale, ciò che non è applicabile dappertutto. Una tale costruzione esige che la pressione sulle tre sale sia invariabile.

Il secondo mezzo consiste nel disporre per la terza sala una molla trasversale, ovvero delle molle longitudinali collegate col mezzo di un bilanciere trasversale, in maniera che le due ruote di ciascuna sala siano costantemente caricate del medesimo peso.

Applicando alla loro volta queste due disposizioni si ottiene una gran sicurezza nella corsa delle locomotive. Si deve inoltre avere una gran cura su tutti i pezzi mobili dei bilancieri, che devono essere lavorati ed ingrassati in modo che gli sfregamenti siano ridotti al minimo possibile. I cuscinetti delle piastre di guardia devono poter scorrere facilmente.

Velocità degli stantuffi. — In generale si può ritenere che una macchina locomotiva ha altrettanto maggior tendenza all'instabilità quanto più corre velocemente, e per conseguenza quanto è più rapido il movimento degli stantuffi.

Siccome la pratica non ha sinora stabiliti i limiti per la velocità delle corse, così è difficile il determinare la velocità degli stantuffi; la quale non può essere stabilita che dalle relazioni di costruzione.

Gli effetti di degradamento si fanno sentire in seguito all' accrescimento della velocità degli stantuffi; nel caso di rottura di uno dei pezzi del cilindro i pericoli si aumentano. È adunque prudente di diminuire la corsa degli stantuffi per le grandi velocità; per conseguenza non si tratterà che di proporzionare il diametro della ruota motrice e la corsa dello stantuffo.

È facile lo stabilire sopra questi principj delle equazioni di equilibrio, da cui risultano delle formole dalle quali si ricava:

1.° Che la stabilità aumenta a misura che la forza viva diminuisce.

2.° Che se si considerano la velocità e la distanza delle sale come elementi invariabili è d'uopo, per avere la medesima stabilità nelle diverse velocità, che i quadrati delle distanze siano nello stesso rapporto che le velocità.

3.° Che la stabilità nelle locomotive è la medesima quando le larghezze delle caldaje siano nello stesso rapporto delle velocità.

4.° Che le resistenze parallele di sfregamento si oppongono al movimento di traslazione, e la loro risultante che passa per il centro di gravità, è invariabile a carico costante ed indipendente dalla ripartizione del peso.

5.° La ripartizione del carico non ha influenza che sulla resistenza contro il movimento di rotazione intorno al centro di gravità.

Distanza delle sale. — Una locomotiva che produce dei moti ondulatorj considerevoli, dopo ciascuna oscillazione prende naturalmente una posizione inclinata verso le guide, contro le quali essa sfugge obliquamente. Il parallelismo delle sale la mantiene in questa posizione obliqua sino a che la ruota spinta contro le guide è gettata dal contraccolpo del lato opposto. La velocità colla quale ha luogo quest' ultimo movimento è eguale alla velocità laterale al momento dell'urto, e questa velocità laterale è il prodotto della velocità assoluta della locomotiva coll' inclinazione contro la guida. Supposta l' eguaglianza degli agi delle ruote contro le guide, l' inclinazione, e per conseguenza la velocità laterale, sono nel rapporto inverso della distanza delle sale.

La velocità angolare giunge al suo valore massimo allorquando la distanza fra la sala anteriore ed il centro di gravità è eguale al raggio d'inerzia; in questo caso la sala anteriore agisce ancora più sul movimento ondulatorio. Se la distanza fra la sala anteriore ed il centro di gravità è più piccola che il raggio d' inerzia, la velocità angolare diminuisce, come pure la velocità di translazione.

Per ottenere un cammino tranquillo della macchina è d'uopo collocare la prima sala più innanzi possibile, e così si sottrae anche ai pericoli di rottura.

Riunendo i due movimenti, cioè la rotazione intorno al centro di gravità, ed il movimento di traslazione in un solo momento, e cercando il suo centro, si vede che il momento d' inerzia intorno a questo punto è altrettanto più piccolo, quanto più la sala anteriore è lontana dal centro di gravità. La teoria non darebbe che la posizione di questo centro della macchina posta in movimento nello spazio; ma la sua posizione reale dipende dalle resistenze di attrito delle ruote contro le guide.

Per determinare l' influenza della ripartizione del carico sulla resistenza contro la rotazione, si fa entrare nelle calcolazioni, come un nuovo elemento, il coefficiente di sfregamento; allora si vede che la somma delle resistenze di sfregamento è costante, dacchè il carico della sala anteriore è nel rapporto inverso della sua distanza dal centro di gravità. Da ciò risulta che la sala anteriore deve essere caricata maggiormente quanto più si avvicina al centro di gravità.

Generalmente risulta vantaggioso di trasportare il peso sulle sale che sono più lontane dal centro di gravità, e quindi sulle sale estreme. Ciò

deve effettuarsi specialmente nelle locomotive, pei treni espressi, pel motivo che nelle grandi velocità l'influenza delle ineguaglianze nella rotaja sul moto ondulatorio aumenta considerevolmente, e deve trovarsi la correzione di questo difetto nella costruzione della macchina.

Rigidezza delle molle e delle piastre di guardia. — Prima che la tendenza di una locomotiva al moto ondulatorio aumenti in modo da oltrepassare l'attrito delle ruote sulle guide, hanno luogo delle oscillazioni sulle stesse guide in conseguenza dell'elasticità delle piastre di guardia. Se si ammette che gli orli delle ruote contro le guide non abbiano alcun agio, questi orli devono naturalmente essere considerati come resistenze fisse contro il moto ondulatorio.

Se le piastre sono molto flessibili, la resistenza contro la pressione laterale diminuisce, il traballamento che risulta somiglia ad un pendolo, e diventa altrettanto maggiore quanto più le piastre sono pieghevoli. La rigidezza delle piastre di guardia delle sale estreme è adunque quella che più si oppone alle oscillazioni.

Le impulsioni di questi movimenti che provengono dalla macchina hanno luogo nei medesimi intervalli delle corse degli stantuffi. La durata dell'oscillazione dipende dalla rigidezza delle piastre di guardia, ed essa è tanto maggiore quanto meno le piastre sono rigide. L'agio dei cuscinetti aumenta naturalmente le oscillazioni anche nelle piccole velocità; quando l'agio sia considerevole, si deve adunque procurare di evitare una grande flessibilità nelle piastre di guardia.

Se queste piastre sono fisse, le oscillazioni laterali hanno luogo per un traballamento della caldaja sulle molle; questa tendenza aumenta nel caso che la stessa caldaja sia collocata in alto, e non vi si opponga che la rigidezza e l'attrito delle molle. Se lo sfregamento è considerevole, le oscillazioni diminuiscono e scemano prima che accada una nuova impulsione.

È d'uopo adunque di evitare la costruzione delle molle troppo flessibili, lasciando alle medesime molto attrito. È vantaggioso di allontanarle possibilmente dall'asse della locomotiva.

Se la macchina è costrutta in modo che il carico sopra ciascuna ruota sia costante, è d'uopo che ogni sala estrema porti una molla trasversale, o che vi siano due molle collegate col mezzo di un bilanciere trasversale. Queste molle non presentano alcuna resistenza contro le oscillazioni della caldaja. Tale resistenza non si ottiene che dalla molla delle due altre sale, ed essa è tanto più grande quanto più il carico è considerevole. Riesce adunque vantaggioso di attaccare questa molla o bilanciere trasversale, alla sala meno caricata.

Oscillazioni verticali delle locomotive. — Le ineguaglianze della rotaja producono sulle ruote e sulle sale un movimento verticale, in conseguenza di che le molle sono più o meno caricate e scaricate momentaneamente; agisce

adunque sulla macchina una forza verticale la cui influenza è d' uopo trovare. Supponiamo il caso più semplice, cioè una locomotiva a quattro ruote, nella quale le due sale siano ad eguale distanza dal centro di gravità. Per istabilire l' equazione d' equilibrio si calcola la forza meccanica prodotta dall' urto della rotaja sulla sala posteriore, che imprima alla massa delle ruote e loro sale una determinata velocità. La quantità della flessione delle molle col carico primitivo è aumentata dalla forza di resistenza che la sala oppone all'urto; la flessione accresce adunque il momento proveniente dall' urto sulla massa delle ruote e loro sale; essa è eguale alla differenza fra i momenti della flessione primitiva, e quello della flessione addizionale: ne risulta che la forza che tende a sollevare la macchina è tanto più piccola, quanto più grande è la tensione della molla.

Questa differenza tra la forza primitiva, il carico sulla sala e la forza che rappresenta il carico necessario per giungere alla nuova flessione, costituisce una nuova forza, la quale agendo sul centro di gravità solleva la sala posteriore caricando quella anteriore.

Colla posizione data della sala anteriore cercando la posizione della sala posteriore nella quale gli urti a cui è esposta quest'ultima sala non influiscano punto sulla sala anteriore, si trova che tale posizione è nel centro degli urti; la distanza del centro di gravità della sala posteriore si ottiene col dividere il quadrato del raggio d' inerzia della macchina pella rotazione intorno al centro di gravità, per la distanza della sala anteriore dal centro di gravità.

Le macchine a sei ruote il cui peso siasi ridotto costante col mezzo di bilancieri sono nel medesimo rapporto delle macchine a quattro ruote in quanto alle posizioni precedenti. Se tutte le ruote sono caricate separatamente, il rapporto preaccennato varia secondo la rigidezza delle molle.

Si devono adunque fare le molle assai dolci inquantochè ad eguaglianza di urti le molle dolci sono meno sollevate di quelle dure; l'effetto dell'urto si decompone nel movimento della molla ed in una forza eguale alla metà dello scarico.

L'ultima componente diminuisce se aumenta la prima. Ciò non pertanto le molle troppo dolci hanno l'inconveniente di causare dei grandi traballamenti che si prolungano per molto tempo e che per reiterate scosse possono giungere ad un grado pericoloso. Se la flessione delle molle è di $0^m 03$ a $0^m 06$ pel carico tranquillo e se queste molle sono composte da 6 a 12 fogli, la flessibilità e l'attrito sono bastantemente grandi per evitare le oscillazioni di lunga durata.

Cambiamento di livello dell'acqua nella caldaja. — Se la velocità di una locomotiva diminuisce tutto ad un tratto, l'acqua nella caldaja oscilla dall'innanzi all'indietro, vale a dire il livello d'acqua ascende avanti e discende in-

dietro; in conseguenza di che il peso sulla sala anteriore aumenta e viceversa diminuisce sulle altre sale secondo la loro posizione. Allorquando l'equilibrio tende a ristabilirsi, l'acqua affluisce dall' innanzi all' indietro producendo un effetto opposto, cioè si aumenta il peso posteriore e diminuisce quello anteriore.

Si producono i medesimi effetti per un accrescimento istantaneo di velocità, però con questa differenza che la sala anteriore comincia ad essere scaricata e non ha luogo aumento di carico che retrocedendo. Esaminiamo quali sono gli effetti prodotti da tali oscillazioni sulla caldaja ed in quale misura i medesimi si propagano sulle molle e come essi influiscono sul carico e scarico delle sale separate.

Se l'acqua è tranquilla, la sua superficie forma un piano orizzontale; allorquando ha luogo un movimento dall'innanzi all'indietro, questa superficie si inclina d'avanti sotto il piano orizzontale, oppure si solleva nella parte posteriore. La diminuzione è evidentemente eguale all'accrescimento, mentre il volume d'acqua è invariabile.

Questa nuova superficie inclinata interseca il piano orizzontale primitivo secondo una linea che deve passare per il centro di gravità di questo piano. Si sa che se una superficie gira intorno al suo centro di gravità, le metà descrivono due solidi di cubicità eguale. Conoscendosi adunque l'altezza di una oscillazione sia innanzi che indietro, si può calcolare facilmente la cubicità di questi solidi, come pure la posizione del loro centro di gravità per una data forma di caldaja. Il peso dell'acqua posteriore costituisce una forza che agisce al basso. La diminuzione di peso dell'acqua può essere considerata come una forza che agisce all'alto. Queste due forze formano una coppia che ha una tendenza ad imprimere alla locomotiva un movimento di rotazione su di un piano verticale; l'effetto di tale forza si propaga sulle sale e le molle e non ha altra influenza.

Le precedenti considerazioni conducono naturalmente all' esame dei contrappesi applicati alle locomotive.

Contrappesi alle locomotive. — L' importanza dei contrappesi alle ruote motrici delle locomotive in giornata non ammette più alcuna contestazione. Si è creduto sovente che bastasse di equilibrare il peso della manovella e della porzione di asta snodata d'accoppiamento che vi si trova attaccata. Lo stantuffo, col suo asse e coll'asta snodata formano una massa considerevole che acquista in ciascuna rotazione una velocità eccentrica, la quale deve essere annullata.

Supponendo per un istante, che tutte queste masse abbiano la medesima velocità di quella del bottone della manovella della ruota motrice, ciò che si scosta assai poco dalla verità, si può trasportare sopra tale manovella il peso di tutte queste parti.

Siccome le due manovelle sono collocate ad angolo retto l'una in riguardo all'altra, le forze orizzontali agiranno nel medesimo senso durante la metà opposta della rivoluzione ed agiranno in senso opposto durante l'altra metà. E poichè queste forze agiscono in ciascuna rivoluzione una volta innanzi e l'altra volta indietro, così nel primo caso accade una tendenza della macchina a moversi dall' innanzi all' indietro con una specie di movimento di andata e ritorno che si fa sentire nell'accoppiamento del tender colla locomotiva, se tale accoppiamento ha luogo con poco agio.

Questo primo effetto, che è il movimento di andata e ritorno, è il medesimo sia nelle macchine a cilindri esterni come in quelle a cilindri interni, mentre non dipende che dalla massa dei pezzi posti in movimento. Gli effetti ondulatorj (*du lacet*) sono più piccoli nelle macchine a cilindri interni che in quelle a cilindri esterni. Nelle prime i cilindri sono più vicini e le forze agiscono su di una leva più piccola. Il secondo caso dà luogo ad un accoppiamento di forze che, simile ad un braccio di leva, cerca di far girare intorno ad un centro la locomotiva e gli imprime quel movimento ondulatorio conosciuto in Francia sotto il nome di *lacet*. La lunghezza di questo braccio di leva è eguale alla metà della distanza dei cilindri. Questi due movimenti di andata e ritorno e di ondulazione possono deteriorare molti pezzi importanti del macchinismo e ritardare il cammino della macchina. Il moto ondulatorio non è sempre sensibile nelle circostanze ordinarie, ma si verifica subito allorquando si trovano delle irregolarità nella ruotaja. È adunque necessario di ovviare a ciò coll'applicazione giudiziosa di contrappesi.

Se la ruota motrice si trovasse nel medesimo piano verticale della manovella, l'applicazione dei contrappesi sarebbe assai facile. Essi dovrebbero adattarsi in direzione opposta alla manovella per far equilibrio al carico che pesa sul bottone della manovella.

Quest'ultimo carico sta al contrappeso, come la distanza fra il centro di gravità del contrappeso al centro della sala, sta alla lunghezza della manovella, ciò che è esattamente la proporzione della coppia.

Sia P il peso attaccato al bottone della manovella;

P' il contrappeso;

d la distanza dal centro del bottone della manovella al centro della sala;

d' la distanza dal centro di gravità del contrappeso al centro della sala: si ha la relazione:

$$P : P' = d' : d$$

Un contrappeso calcolato dietro questi dati eguaglierà tutto l'effetto orizzontale ed eliderà la tendenza al moto ondulatorio.

Questa regola si può applicare alle locomotive coi cilindri esterni, che sono più esposti ai moti ondulatorj e che hanno bisogno di contrappesi; e può

ritenersi un tale principio allorquando il bottone della manovella è molto vicino al piano della ruota. Ma essa deve subire delle modificazioni pei cilindri interni qualora le manovelle siano molto lontane dal piano delle ruote motrici.

Se si volesse stabilire l'equilibrio totale per ciascuna manovella di ogni ruota, invece di distruggere la tendenza al movimento ondulatorio verrebbe essa aumentata.

L'equilibrio sarà fatto se il contrappeso per ciascuna manovella sarà ripartito sulle due ruote nel rapporto inverso della distanza dalla ruota alla manovella. Si avrebbero allora sopra ciascuna ruota due contrappesi, uno leggero, l'altro pesante, che potrebbero essere riuniti in uno stesso centro di gravità. In tal maniera ogni ruota motrice non avrebbe che un peso, il quale non corrisponderebbe alla manovella, ed i due contrappesi formerebbero un angolo acuto.

Ma non è duopo disconoscere che la compensazione perfetta nel senso orizzontale per le due specie di locomotive non produce un equilibrio nel senso verticale e che per questa direzione il contrappeso è troppo forte in quanto che il peso dell' asse dello stantuffo e quello degli accessorj non hanno alcuna influenza sul contrappeso.

Lo svantaggio che risulta da un tale eccesso di compensazione non impedisce il cammino regolare della locomotiva, ma emerge una pressione disuguale delle ruote motrici sulle guide. Inoltre è duopo rimarcare che in conseguenza della posizione inclinata dell'asta snodata (bielle) durante il cammino lo stantuffo, in una parte della sua corsa, prende una velocità minore che nell'altra parte della trazione orizzontale.

Per ovviare a questi inconvenienti si possono ridurre i contrappesi di un ottavo o di un quinto. Tale riduzione può essere ancora maggiore per le macchine a cilindri inclinati, fatto riflesso che l'effetto delle masse si decompone in azione orizzontale e verticale, la prima delle quali è più piccola che nei cilindri orizzontali.

Seguendo questi principii, più o meno contestati, si sono applicati i contrappesi già da molto tempo sopra diverse strade ferrate senza che siasi verificata una disuguaglianza sensibile nel consumo dei cerchi delle ruote.

Sarebbe vantaggioso di costruire più leggeri i diversi pezzi di questo meccanismo senza però compromettere la solidità. Il compenso col mezzo di contrappesi in tutte le direzioni non può praticarsi in modo eguale, e questo difetto riuscirà meno sensibile quanto più i pezzi saranno leggeri.

Esplosione delle macchine locomotive. — Le esplosioni delle macchine locomotive fortunatamente sono poco frequenti; esse peraltro devono interessare le persone dell' arte ad instituire le più accurate investigazioni sulle cause e sul modo o di renderle impossibili, o almeno di attenuarne i pericoli fino al punto in cui si trova attualmente la scienza.

Prenderemo ad esaminare un accidente di questo genere la cui descrizione viene tolta dal Giornale Potitecnico Tedesco ed analizzeremo le circostanze che hanno accompagnata tale esplosione, indicando alcuni dati pratici sulla resistenza delle caldaje ed alcuni mezzi per prevenire la rottura.

Accidente accaduto sulla linea di Francoforte. — La strada ferrata da Francoforte ad Hanau venne aperta nell'ottobre 1848 ed esercitata col mezzo di tre locomotive di costruzione tedesca del tutto eguali. Le due prime si sono affidate a due macchinisti che si cambiavano ogni tre giorni; la terza macchina, quella che è scoppiata, non veniva condotta dai due macchinisti che allorquando la loro locomotiva si trovava fuori di servizio per riparazioni la cui durata non oltrepassava giammai i due giorni. Questa macchina adunque non servì molto, poichè al momento dell'esplosione essa non aveva percorso che 38000 chilometri. Non si entrò nella caldaja se non che per esaminarla e per collocarvi alcuni tubi. Inoltre questa locomotiva subì alcune riparazioni nel meccanismo e venne in seguito nuovamente impiegata. Nel secondo giorno si osservarono delle fughe nella parte cilindrica della caldaja ed in molti tubi bollitori. Si tolse dunque l'involucro della caldaja onde saldare le congiunzioni nel mentre la macchina si trovava tuttavia piena di vapore. Furono sostituiti nuovi tubi bollitori e la caldaja venne di nuovo visitata in tutte le sue parti.

Stato della macchina prima dell' esplosione. — Questa macchina in tal maniera riparata in tutte le sue parti venne impiegata nel rimorchio dei convogli militari insieme ad un' altra locomotiva. Dopo tale viaggio di prova la macchina rimase stazionaria a 40 metri circa dalle vetture. La pressione del vapore si era diminuita in conseguenza dell'alimentazione coll'acqua fredda. Il focolajo ed il cinerario furono chiusi ed il fuoco venne coperto con del nuovo coke. La macchina si trovò in questo stato per dieci minuti prima dell'esplosione.

Il fuochista ed il macchinista erano impiegati a tutta prova e non si può ammettere che essi abbiano lasciato discendere l'acqua ad un livello troppo basso. Del resto cinque minuti prima dell' esplosione questa circostanza avrebbe dovuto cadere sott'occhio alle persone occupate nell' esame della macchina; non è del pari ammissibile che le valvule siansi sopraccaricate; esse hanno dato esito al vapore; ciò non pertanto la fuga non fu molto rilevante.

Esplosione. — Allorquando venne dato il segnale della partenza e nel momento in cui il macchinista ed il fuochista erano per salire sulla macchina ebbe luogo lo scoppio, la cui detonazione durò tre secondi.

La locomotiva venne rovesciata di fianco, il tender uscì dalla ruotaja colle ruote anteriori rimanendo al loro posto quelle posteriori: l'asta d'accoppiamento si spezzò come pure le catene di fianco; la cupola si ruppe interamente

ed un pezzo della superficie di met. quad. 1. 60 e del peso di 250 chilogrammi si è staccato e slanciato orizzontalmente a 100 metri di distanza, ove spezzò un palo della sezione di 6 centimetri quadrati. Una delle ruote posteriori venne scagliata contro il pilastro della rimessa delle locomotive; la sala di questa ruota si è incurvata notevolmente ed il pilastro si è guastato in modo sensibile.

Stato della macchina dopo l' esplosione. — Dall' esame della macchina dopo la sua esplosione risultò che tutta l' armatura interna della caldaja si era smossa e strappata co' suoi bolloni; la camera del fuoco in rame aveva piegato ed i bolloni pure in rame si erano svelti dalle pareti in rame ed in ferro. Le pareti della cupola si ruppero specialmente negli angoli, i quali parve che avessero molto sofferto nell'incurvamento. — I bolloni discosti dagli angoli della camera del fuoco si ruppero pei primi: ciò prova che essi non contribuirono molto alla solidità.

Pressione necessaria per produrre l'esplosione. — Calcolando la forza capace per produrre la rottura della cupola si trovò che era d'uopo sviluppare nella caldaja una pressione di 37 atmosfere, ciò che non era possibile per altro; questa cifra si è trovata esaminando la resistenza dei materiali, sui quali furono instituite delle esperienze dopo avvenuta l'esplosione.

Resistenza della caldaja. — Per provare in un modo ancora più evidente che l'esplosione non poteva dipendere dalla mancanza di grossezza delle pareti della caldaja si procedette ad un'esperienza diretta di cui esaminiamo rapidamente il sistema. — Senza entrare nello sviluppo delle calcolazioni, ciò che ci farebbe deviare soverchiamente, citeremo le cifre definitive secondo il diametro ed il carico delle valvole ed in conformità alla formola ordinaria. — La pressione al momento dell'esplosione non ha potuto elevarsi oltre le 7 atmosfere; non si aveva del resto alcuna incrostazione nella caldaja.

Questa pressione venne adunque portata in una locomotiva esattamente simile a quella che ha scoppiato accrescendola da 7 a 14 atmosfere con un fuoco assai vivo e col camino tutto aperto. Per ottenere tale aumento occorsero 8 minuti. Colle valvole aperte sarebbe stato d'uopo che la macchina sviluppasse una doppia quantità di vapore in 8 minuti per produrre quest'ultima pressione, ciò che non poteva aver luogo poichè la detta esperienza si è ripetuta molte volte. È dunque assai probabile che la locomotiva fermata durante 10 minuti d'avanti al treno abbia prodotto una pressione due volte più forte. Del resto lo strepito del vapore sfuggente dalle valvole doveva essere talmente forte che avrebbe avvertite tutte le persone che si trovavano in prossimità del convoglio.

Cause dell'esplosione. — L'esplosione non potè adunque dipendere che da difetti della caldaja e si può ritenere con qualche certezza ch' essa fu cau-

sata direttamente dalla rottura di un tirante che tratteneva le pareti incurvate al di dentro. Del resto la superficie di rottura ha fatto conoscere che quest'armatura era guasta già da qualche tempo e che il ferro ha dovuto rompersi con una pressione minore di quella che ha prodotto la rottura delle pareti della cupola. Questa prima rottura adunque ha condotto a quella degli altri pezzi. Sembra inoltre che la lamina fosse di cattiva qualità, e che le valvole con un eccesso di pressione non funzionassero regolarmente.

Effetti dinamici dell'esplosione. — In conseguenza della rottura della parete destra il vapore perdette da questo lato il suo punto d'appoggio ed esercitò una pressione contro la parte superiore e la parete sinistra della cupola — Siccome la macchina è stata sollevata e la parte superiore rovesciata sul fianco sinistro, si può conchiudere che essa ha girato intorno al suo centro di gravità e che è caduta dall'alto, come risulta dalla compressione della cupola e dal deterioramento della camera del fumo e della piegatura delle guide. Nel momento in cui la valvola ha girato dal lato sinistro, la parte situata al disotto del centro di gravità ed alla quale era attaccato il tender ha dovuto fare un movimento verso il lato destro, da cui si spiega lo spostamento del tender in quest'ultima direzione.

Resistenza assoluta e relativa della lamina. — Accade sovente negli accidenti di cui abbiamo parlato che la lamina si rompa, qualunque sia l'impiego tanto nella direzione delle fibre, quanto nel caso che le sue dimensioni siano da sette a dieci volte più forti di quello che si esige per la resistenza assoluta. Del resto è minore la solidità della lamina che quella delle armature che ne impediscono l'esplosione.

Incurvandosi la lamina senza alcuna cautela sembra che si faccia perdere di molto della sua solidità primitiva. Almeno lo proverebbe il seguente risultato che si ottenne da una esperienza diretta instituita sopra un pezzo di caldaja scoppiata. Questo pezzo, che esternamente non presentava la minima traccia di difetti si è riscaldato al rosso ed appianato col martello. Ciò eseguito, si videro delle fenditure considerevoli d'ambedue i lati. Le fenditure interne si manifestavano piccole e non erano penetrate nel ferro; ma le fenditure esterne avevano attraversata la lamina in tutta la sua grossezza. Da ciò si deve conchiudere che se prima dello schiacciamento del ferro non vi erano le fenditure, la lamina dovette soffrire nella sua tessitura poichè essa potè sostenere la martellatura.

Il ferro usato nella macchina precitata venne piegato nel senso longitudinale; adunque tutte le fibre dovettero spostarsi parallelamente alla loro tessitura ed alterarsi, da cui si spiegano le fenditure che si manifestarono nell'incurvamento della lamina. La lamina possiede una resistenza assoluta maggiore nel senso della laminatura che in qualunque altra direzione; nel primo caso tutte le fibre devono essere rotte in una volta; nel secondo

caso la rottura non ha luogo che per lo staccamento delle fibre le une dalle altre. Questo punto ci sembra bastantemente importante per riferire il risultato di una serie di esperimenti che si può formolare nel seguente modo: La resistenza assoluta della lamina nel senso obliquo o perpendicolare sta a questa resistenza nel senso longitudinale come 1 a 1, 50

Intorno a ciò non ci resta ora che di parlare sulla grossezza della parte di caldaja che comprende la camera del fuoco ed a riferire le esperienze sulla dilatazione di queste caldaje; poichè tale accrescimento di volume sino al presente non venne preso in considerazione nelle calcolazioni della pressione del vapore.

Determinazione della grossezza delle pareti piane delle caldaje. — Questa ricerca si applicherà alle camere del fuoco delle locomotive e si estenderà tanto alle dimensioni della sezione verticale dei bolloni in rame che collegano le pareti in lamina della camera del fuoco, quanto alla grossezza di tali pareti relativamente alla distanza dei bolloni.

Sia d il diametro in centimetri di un bollone,

n la pressione in atmosfere, meno la pressione esterna;

f la superficie in centimetri quadrati di ciascun rettangolo formato da quattro bolloni;

k la misura della resistenza assoluta del metallo, il cui valore è: $k = 17.920$ chilogrammi, di cui si calcola soltanto $^1/_8$ facendosi $k = 2,960$. Il valore di d è adunque:

$$d = \sqrt{\frac{15\, n f}{^1/_4\, \pi\, k}}$$

E chiamando a la distanza media dei bolloni, e considerando che in conseguenza dell'intaccatura del passo della vite i bolloni si trovano indeboliti di $^1/_8$ di centimetro, si ottiene come espressione definitiva la seguente formola pratica:

$$d = 0,069\ a \sqrt{n} + 0,12.$$

In ciò che concerne la solidità delle pareti in lamina, si dovette cercare in primo luogo la natura geometrica della curva che si forma dopo la pressione, ossia:

a la lunghezza della piastra;

l la lunghezza di questa piastra;

p la pressione sopra ciascun' unità di superficie;

E il momento di elasticità; il raggio di curvatura r, secondo il quale si può calcolare la tensione delle fibre in seguito alla flessione s, sarà

$$r = \frac{24\, E}{a^2\, l\, p}$$

Se si chiama e la grossezza della piastra, con m il coefficiente di elasticità e con u la tensione dei bolloni, si ottiene

$$e = a \sqrt[3]{\frac{a\,p}{16.\,m\,u.}}$$

Questa equazione è calcolata pel caso in cui i bolloni si trovino fra loro ad eguale distanza; laonde la stessa formola non può applicarsi in modo assoluto. Volendo generalizzare e fatto riflesso che i luoghi deboli delle pareti si trovano nei posti dei pertugi dei bolloni, si ottiene

$$s = \frac{1}{2}\,m\,\frac{e}{r}$$

In questa formola r rappresenta il raggio di curvatura secondo l'equazione suesposta ed s la tensione. Ora se si ha $E = {}^1/_{12}\ m.\ l.\ e^3$, l'espressione definitiva si riduce a

$$e = a\sqrt{\frac{p}{25}}$$

La solidità assoluta per ottenere la sicurezza può limitarsi per la lamina di ferro ad ${}^1/_{16}$ e per le piastre di rame ad ${}^1/_6$ o ad ${}^1/_7$.

Sostituendo a p le pressioni in atmosfere n, si ottiene in ultima analisi

$$e = 0.0387\ a\sqrt{n}$$

che rappresenta la grossezza delle pareti. Le pareti interne della camera del fuoco delle locomotive essendo più esposte all'azione del calore, si può portarne la grossezza a $1,25\ e$, restando semplicemente $= e$ le pareti esterne (1).

(1) La grossezza delle lamine impiegate nella costruzione delle caldaje a vapore nell'Impero Austriaco venne determinata dall'ordinanza 11 febbrajo 1854, stata emanata dai Ministeri del Commercio dell'Interno e dal Supremo Dicastero di Polizia. Tale grossezza è data in pollici viennesi ed è desunta dalla formola $d = 0,0189\ n\ D + a$, ove n esprime la tensione del vapore della caldaja in atmosfere al disopra dell'esterna pressione atmosferica; D il diametro della caldaja in pollici viennesi e d la corrispondente grossezza delle lamine in linee viennesi. La quantità a ha poi pei successivi valori di $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$, i corrispondenti valori di 1,37; 1,17; 0,97; 0,78; 0,58; 0,39; 0,19; 0,00, linee viennesi, dacchè questi valori calcolati colla formola $a = 0,195\ (8 - n)$ rappresentano quella parte di grossezza di parete della caldaja che le aggiunge la necessaria resistenza contro lo sforzo prodotto dal suo proprio peso e da quello dell'acqua e che per una tensione di 8 atmosfere deve farsi eguale a zero.

Per meglio applicare l'indicata formola ai casi della pratica venne sviluppata in una tavola nella quale si danno i risultati corrispondenti alle diverse tensioni del vapore da una sino ad 8 atmosfere pei diametri delle caldaje che variano da $0^m\,474$ (18 pollici di Vienna) a $1^m\,576$ (cinque piedi).

Cifre comparative teoriche e pratiche della grossezza delle pareti delle caldaje. — Per rendere un esatto conto della coincidenza dei risultati teorici suesposti con quelli dati dalla pratica si sono esaminate a tale riguardo le molte locomotive attivatesi sopra le sei ferrovie che appartengono alle società tedesche e si è trovato che 23 locomotive, di cui 19 sono di costruzione inglese, hanno date le seguenti cifre con una pressione da 3,50 a 4 atmosfere e colla distanza dei bolloni da $0^m 12$ a $0^m 14$.

La grossezza delle pareti esterne in quasi tutte le macchine risultò di $0^m 011$; quella delle pareti interne di $0^m 015$.

La massima grossezza delle prime si trovò in due macchine di $0^m 013$ e la massima delle seconde di $0^m 118$, che si verificò in una sola macchina. Il rapporto fra queste due grossezze variava fra 1,11 e 1,36.

Ora applicando le formole teoriche troviamo, nel rapporto di 1 : 1,25 la grossezza media esterna di $0^m 010$, e la grossezza media interna di $0^m 014$. Le grossezze *massime* e *minime* teoriche si avvicinano ancora di più ai dati pratici. In questo caso pertanto troviamo una fortunata coincidenza nei due risultati.

Dilatazione delle caldaje. — In tutte le precedenti calcolazioni abbiamo trascurata la dilatazione della caldaja a vapore; questa dilatazione però dovrebbe essere determinata da esperienze dirette anzichè calcolarla coi dati puramente teorici. Come una curiosità scientifica noi qui citeremo i risultati delle esperienze instituite dagli ingegneri inglesi.

Venne sottoposta alla pressione da 25 a 32 atmosfere una caldaja della lunghezza di 9 metri e del diametro di $1^m 50$ coi fondi rotondati di $0^m 90$, Il canale del fuoco attraversava la caldaja ed aveva il diametro di $0^m 63$; la grossezza della lamina di questo tubo era di $0^m 015$. La capacità della caldaja risultava di 14 metri cubici e la sua superficie di 61 metri quadrati.

A questa caldaja venne applicato un recipiente la cui comunicazione rimaneva interrotta durante la pressione.

Esercitata la pressione di 25 atmosfere sulla caldaja e stabilita la comunicazione, entrò nel recipiente la quantità di met. cub. 0,032 di acqua; la dilatazione della caldaja sarebbe adunque rappresentata dalle indicate quantità d'acqua. Dopo la pressione essa ritornò nel suo stato primitivo.

In seguito venne esercitata la pressione di 31 atmosfere e nel recipiente entrarono met. cub. 0,021 di acqua; ciò mostra che a questa pressione il limite dell'elasticità si è oltrepassato e che la caldaja aveva sofferto una dilatazione permanente $= 0,032 - 0,021 = 0,011$ metri cubici.

In queste forti pressioni si mostrò un fenomeno molto singolare. Spinta a 70 atmosfere l'acqua non esciva più in pioggia minuta dall'apertura di un millimetro quadrato, ma bensì sotto la forma di vapore che nell'aria libera prendeva l'aspetto di nubi bianche sferiche.

Riassunto. — Da ciò che si è detto risulta che le cupole colle pareti rette in lamina sono le parti più deboli delle caldaje delle locomotive e perciò devono guarentirsi contro l'esplosione da armature interne ed esterne lavorate e collocate nelle migliori condizioni possibili. L'esecuzione delle caldaje e specialmente delle camere del fuoco e delle loro armature, va sorvegliata in un modo particolare. Con tiranti troppo deboli ovvero chiusi inegualmente, con bolloni male applicati possono essere la causa di gravi accidenti. In questi casi ed almeno una volta all'anno si dovrebbe provare la caldaja col mezzo di un torchio idraulico, applicando alla caldaja stessa una terza valvola caricata di 4 o 5 chilogrammi di più delle altre valvole, ed infine obbligare i macchinisti a rallentare il vapore allorquando ne sfugge da quest'ultima valvola.

Sull'applicazione delle locomotive alle strade molto inclinate.

Nella costruzione delle strade ferrate si imponeva in origine la condizione di portare il loro profilo longitudinale ad una linea orizzontale o tutt'al più inclinata del 3 o del 4 per mille. Ma nello sviluppo di queste nuove vie di comunicazione si trovò ben tosto che un tale limite diventava quasi inammissibile anche ad onta dei più gravi sagrificj a cui si doveva sottostare, sia per gli straordinarj movimenti di terra, sia per le opere d'arte gigantesche che occorrevano ad ogni tratto.

Si estese quindi la tolleranza nella pendenza del profilo longitudinale e si ammisero le inclinazioni dell' 8 ed anche del 10 per mille, impiegando nel rimorchio dei treni delle macchine locomotive molto più potenti di quelle che si usavano in precedenza. Ma si dovette eccedere anche questa inclinazione, imperciocchè al passaggio delle catene delle alte montagne per poter congiungere le grandi reti stradali europee si elevavano difficoltà di tale natura che riusciva assolutamente impossibile il profilo con una pendenza così tenue. Laddove emerse il bisogno di dover oltrepassare l'indicato limite in una misura veramente straordinaria fu nella costruzione del passaggio del Semmering per la continuazione della linea dall'Adriatico a Vienna, e più specialmente il traverso dell'Appennino al passaggio dei Giovi per la strada da Torino a Genova; ove nella breve distanza di chilom. 9, 74 fu d'uopo superare 271 metri d'altezza. Pertanto in quest'ultima strada ne derivò la necessità di dover spingere la pendenza al 28, 70 per mille sulla lunghezza di 3300 metri e del 35 per mille sopra 2500 metri senza calcolare altri tratti pendenti ben di poco meno di quelli enunciati.

Nel mentre dal Governo Austriaco si costruiva il passaggio del Semmering, la cui pendenza però non oltrepassa il 25 per mille, col fermo divisamento di usare per motore una locomotiva di una costruzione adattata al suo profilo

longitudinale e per la quale veniva esposto il relativo concorso, invece dagli ingegneri piemontesi si aveva la mira di ripartire convenientemente le salite dei Giovi in modo da potervi applicare al bisogno delle macchine fisse quando i progressi dell'arte fossero insufficienti a dare una locomotiva adattata al rimorchio dei treni.

Come tutti sanno, il concorso apertosi dal Governo Austriaco ebbe un esito infelice, motivo per cui fu d'uopo supplire con una nuova macchina ideata dal sig. Engerth, intorno alla quale abbiamo di già fatto parola (*).

Il desiderio generale di veder attivata sollecitamente la strada da Torino a Genova fece determinare quegli ingegneri a prendere il partito della locomotiva, anche in via di semplice esperimento, pel rimorchio dei treni lungo la rampa dei Giovi coll'introdurre però diversi cambiamenti in quella presentata al concorso del Semmering.

Il sistema di costruzione di questa nuova locomotiva ed il modo col quale essa si adopera venne già superiormente indicato, per cui non occorre di farne più oltre parola.

Si tratterà ora soltanto di sapere se l'applicazione della locomotiva alle salite di una pendenza così forte sia o no vantaggiosa in linea economica e se la scienza ha fatto un vero progresso nelle due strade dei Giovi e del Semmering.

Il sig. Couche in una memoria recentemente pubblicata (**) ha svolta la presente questione con sommo acume, prendendo a considerare particolarmente la strada dei Giovi, che è la prova più sagliente che siasi fin qui tentata.

Dopo di aver descritto il profilo della strada ed i motori impiegati viene ad analizzare il servizio che trovasi attuato, non che le relative spese di esercizio. — Fa conoscere che la spesa di manutenzione delle macchine nel 1855 variò fra i limiti di fr. 0, 384 al chilom. a fr. 0, 460, ossia tre

(*) Secondo il Couche, il sig. Engerth avrebbe risolto il seguente problema, cioè: « Collocare un « generatore di una grande forza e per conseguenza molto lungo su di un veicolo che si presti colla « sua flessibilità al passaggio delle curve conservando alla macchina la sua solidità ». Ma egli non è riuscito, secondo lo stesso Autore, ad utilizzare per l'aderenza tutto il peso del motore, in conseguenza di che non è una macchina a *piccola velocità* nè una macchina adattata al servizio delle rampe molto inclinate che ha prodotto, ma un motore conveniente per la trazione sulle linee mediocremente accidentate e con una velocità di molto superiore a quella dei treni delle merci. Per la qual cosa la Società della strada ferrata del Nord in Francia fu condotta ad applicare al servizio dei treni di *marea*, che camminano pressochè alla velocità degli espressi, delle macchine Engerth a quattro ruote accoppiate di 1m70. La Società delle strade austriache adottò lo stesso tipo pel tiramento dei treni dei viaggiatori e lo stesso esempio viene seguito dalla Strada centrale della Svizzera, quella dell'Ovest ed altre.

(**) Rapporto al Ministro dell'Agricoltura, Commercio e Lavori pubblici sull'esercizio della Sezione da Ponte Decimo a Busalla della strada ferrata da Torino a Genova. *Annales des Ponts et Chaussées*. Marzo ed Aprile 1858.

volte maggiore di quella che occorre per le strade a media pendenza. Indica alcuni vizj di costruzione delle macchine e gli svantaggi che ne derivano.

Accenna il difetto di leggerezza delle guide ed il degradamento notevole che avviene nella rotaja; e ferma l'attenzione sulla introdotta soppressione dei freni speciali comunemente adottati.

Riassumendo, egli dice: « Le locomotive accoppiate fanno su questa strada un servizio abbastanza tollerabile e regolare, ma assai caro. Una rotaja formata con maggior solidità, delle macchine a sei ruote in luogo di quattro, con quattro scarpe invece di due, migliorerebbero notevolmente le condizioni economiche del rimorchio dei treni. Vi è d'altronde un elemento di spesa molto oneroso che graviterebbe qualunque altro sistema di trazione egualmente fondato sull'impiego del vapore; di maniera che, tutto compreso, l'esperienza fatta sulla linea di Genova non eleva alcuna obbiezione nuova impreveduta contro l'applicazione delle locomotive sulle rampe molto pendenti e spinte fino al 28 e 35 per mille; essa invece allarga i limiti entro i quali si riteneva possibile questo prezioso motore; infine giustifica pienamente la preferenza data dagli ingegneri piemontesi alle macchine accoppiate su qualunque altro sistema di locomotive attualmente conosciuto e particolarmente su quello del sig. Engerth. Il principio ammesso ed il sistema seguito io lo credo di molto migliore; è il solo mezzo veramente pratico di utilizzare tutta l'aderenza di un motore molto pesante e con una grande superficie riscaldata. »

» I rimorchiatori dei Giovi al doppio vantaggio d'essere flessibili e divisibili a piacere ne riuniscono altro che venne poco osservato, che è la divisione delle ruote *tutte aderenti* in due gruppi del tutto indipendenti. Allorquando cresce il numero delle sale accoppiate, il consumo dei cerchi delle ruote e quello delle guide cresce del pari, ma con una progressione molto più forte. Da un altro canto il consumo di un sol cerchio di ruota costringe a mettere sul tornio tutto l'apparato e lo obbliga ad un riposo prolungato che è dispendioso ed il cui servizio non potrebbe essere economico che sotto la condizione di essere continuo. »

Dai fatti preaccennati vediamo ora quali conseguenze verrebbero ricavate dal sig. Couche. Ecco in qual modo si esprime nella sua Memoria.

« In questi risultati si dovrà adunque scorgere la definitiva destinazione della locomotiva come mezzo di trazione sulle salite del 30 e 35 per mille?

« Oppure si dovrà riguardarla in altro modo giustificando l'opinione emessa sul principio da alcuni ingegneri piemontesi, che non vedevano nella locomotiva applicata a simili salite se non che la soluzione di un espediente ammissibile soltanto fino a che non si fosse ottenuto qualche cosa di meglio?

« Il problema è molto difficile, poichè il limite del 35 per mille è quello che si deve ammettere in tutti i progetti studiati in questi ultimi tempi per superare le Alpi e i Pirenei senza incontrare delle difficoltà insormontabili.

« Si ha perciò una soluzione; senza dubbio essa è importante, ma è d'uopo guardarsi dal crederla buona e dal proclamarla come tale, se essa non è che tollerabile. Quando è così, bisogna dire francamente di schivare di dar forza all'opinione che la locomotiva basta a tutto, e che essa costituisce sopra queste pendenze estreme, come sulle strade con limitata inclinazione, la vera soluzione del problema di trazione.

« Io non intendo già di voler scemare d'importanza alla rimarchevole esperienza dell'Appennino; in simile materia la certezza teorica di un fatto non equivale giammai alla sua esecuzione materiale, ed il passaggio dall'uno all'altro stato è un vero progresso. Ma si deve però considerare a quanto si riduce in via definitiva l'esperienza di cui si tratta; essa non ha fatto che confermare le deduzioni sicure ottenute *a priori*. Le obiezioni promosse dall'applicazione delle locomotive alle salite del 30 e 35 per mille sono esattamente ancor quelle che erano anche prima di questa esperienza. Essa non le aumentò, ma le ha confermate.

« Non si aveva bisogno di esperienze speciali per affermare che un motore avente 144 metri di superficie riscaldata pesante colla provigione 54 tonnellate e con tutto il peso aderente, avrebbe rimorchiato sulla pendenza del 35 per mille 80 tonnellate colla velocità di 20 chilometri.

« Essendo $T^{\text{ch.m.}}$ lo sforzo motore disponibile per secondo sulle ruote motrici, p il peso della macchina, P quello del treno rimorchiato, $V^{\text{m}''}$ la velocità, $\frac{1}{i}$ l'inclinazione del profilo, r il coefficiente della resistenza del treno lordo, f il coefficiente dell'aderenza, si hanno fra questi elementi le due relazioni:

$$T = (P + p)\left(r + \frac{1}{i}\right) V \dots\dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{fp}{i}\sqrt{i^2 - 1} = \text{al meno } (P + p)\left(r + \frac{1}{i}\right) \dots\dots (2)$$

Per $P = 80\,000$ chilog.; $r = 0,005$; $\frac{1}{i} = 0,035$; $f = 0,1$, la seconda relazione dà $p =$ almeno a 53 000 chilog.

« È dunque evidente che l'aderenza basta sin tanto che il coefficiente è di poco inferiore a 0,1, limite al disotto del quale si abbassa di rado (se non è verso le estremità delle gallerie), ed ove la riduzione accidentale al disotto di questa cifra può essere vinta coll'uso delle casse di sabbia.

« D'altronde è evidente, in seguito al significato attribuito a T ed a r, che questo coefficiente non è essenzialmente maggiore sulle salite che sui tratti orizzontali, malgrado il minor numero dei vagoni rimorchiati. $T^{ch.\ m.}$ esprimendo lo sforzo disponibile sulle ruote motrici, la cifra r non comprende la resistenza degli organi del meccanismo, ma soltanto quella del veicolo della macchina. Siccome essa è sensibilmente eguale per tonnellata a quella dei vagoni, la sua ripartizione sul treno più corto non aumenta punto la resistenza media, e questa si accresce soltanto allorquando il numero dei vagoni diminuisce del contingente più grande della resistenza dell'aria, che è poco sensibile nelle limitate velocità di cui si tratta.

« Ora si sa che una macchina avente 100 metri quadrati di superficie riscaldata, rimorchia sopra pendenze del 5 per mille più di 300 tonnellate lorde (compreso il motore) colla velocità di 7 metri per secondo (25 chilometri all'ora), e sviluppa sulle ruote motrici uno sforzo di $300\,000\,(0,005 + 0,005) \times 7 = 21\,000^{ch.m.}$ per secondo, ovvero 280 cavalli, ammettendo per r il valore di 0,005.

« Il peso totale rimorchiato colla stessa velocità su di una rampa del 35 per mille sarà adunque $\frac{21\,000}{0,040 \times 7} = 75\,000$ chilog.

« Lo sforzo disponibile sulle ruote motrici essendo proporzionale alla superficie di riscaldamento, sintanto che i limiti non sono molto discosti, un motore avente la superficie di metri quad. 144, 3, rimorchierà nelle medesime circostanze di profilo e di velocità un *treno lordo* di $75\,000 \times 1,443 = 108\,200$ chil., ossia un treno utile di 54 200 chil., se questo motore pesa come quello dei Giovi 54 000 chilog.

« Ora sulla salita di Pontedecimo non si corre già a 25 chilom. all'ora, ma soltanto a 20 chilometri, ciò che dà per *treno lordo* $108\,200 \times \frac{7}{5,6} = 135\,200$ chilogrammi, e per il *treno utile* chilog. 81 200.

« Il valore corrispondente della reazione tangenziale delle guide sulle ruote motrici è di $135\,200 \times 0,040 = 5\,408$ chilog., ciò che esige soltanto l'aderenza di 0, 1.

« Laonde in ciò che concerne l'effetto conseguito da una data macchina sulle pendenze del 35 per mille, l'esperienza dei Giovi conferma quello che si prevedeva, ma essa non insegna nulla di nuovo.

« Nello studio del problema sulla trazione lungo le salite si prenderebbe un punto di vista troppo ristretto quando si considerasse la questione dal lato puramente meccanico. Un sistema di trazione può senza dubbio essere buono in pratica, quantunque teoricamente difettoso, inquantochè nell'esercizio di una grande linea si incontrano molte condizioni che superano quelle dell'uso economico dell' opera dei motori. — Laonde la solidarietà del treno

e del motore, la facilità colla quale questo in causa di guasti può essere sussidiato o sostituito da altro, sono vantaggi riflessibili che possono far superare molti inconvenienti. Cionnonpertanto vi è dunque un limite, e non si può punto ritenere come buona ed accettar come definitiva in qualche maniera, una soluzione che costituisce una vera eresia meccanica; è una valutazione di cui non vi ha nulla di più eccessivo allorquando si tratta di un sistema la cui conseguenza immediata è quella di portare al 70 per $^0/_0$ il peso da innalzarsi. — Il prezzo enorme del combustibile aggrava moltissimo la spesa di trazione che occorre sulla rampa di Busalla; ma quanto più è caro il combustibile, altrettanto importa di economizzarlo, e per conseguenza di diminuire l'eccesso di sforzo da prodursi.

« Tutto ciò che si può dire della locomotiva applicata in simili condizioni si è che essa è ancora *possibile;* ma non le resta in qualche modo più nulla delle proprietà preziose che la caratterizzano allorquando essa agisce, per così dire, nel suo mezzo naturale. Vi è una certa analogia fra la locomotiva così abbandonata sui piani inclinati ed i battelli a ruote applicati al rimorchio delle *rapide* dei fiumi. Il battello a vapore a ruote od a elice, che è il solo ammissibile allorchè si tratta di correre, diventa un motore difettoso sotto il rapporto economico nel caso che si voglia rimorchiare con lentezza delle grandi masse, o più generalmente di esercitare un grande sforzo di trazione con una velocità diminuita. La locomotiva non è più al suo posto sulle pendenze del 30 per mille ed al di là, che come un rimorchiatore a ruote su di una rapida, ma per motivi del tutto diversi. Ciò che manca al motore del battello è un punto d'appoggio, mentre per la locomotiva è lo stesso suo principio che riesce difettoso.

« Io insisto su questo punto.

« Macchine che hanno rispettivamente 100 met. quad. e 140 metri quadrati di superficie riscaldata, darebbero sulle salite dallo zero al 5 per cento i seguenti risultati:

1.° *Macchina di 100 metri quadrati con un tender separato; pesando in tutto il motore 43 tonnellate, di cui 26 per la macchina e colla velocità di 25 chilom.*

INCLINAZIONE	PESO del treno lordo	PESO del treno rimorchiato, ovvero dedotto il motore	RAPPORTO del peso del motore al peso rimorchiato	
	tonn.	tonn.	per 100	
0	600	557	7, 7	
5	300	257	16, 7	Reazione tangenziale della
10	200	157	27, 4	guida e delle ruote
15	150	107	40, 2	3,000 chilog.
20	120	77	55, 8	ove il minimo bastante del-
25	100	57	75, 4	l'aderenza
30	86	43	100, 0	$\frac{3,000}{26,000} = \frac{1}{8.6}$
35	75	32	134, 4	
40	67	24	179, 1	
45	60	17	253, 0	
50	55	12	358, 0	
2.° *Senza tender, portando la macchina la sua provvigione e pesando 30 tonn., essendo la velocità ridotta a 20 chilometri.*				
0	750	720	4, 2	
5	375	345	8, 6	
10	250	220	13, 6	
15	187	157	19, 1	Reazione tangenziale delle
20	150	120	25, 0	guide e delle ruote:
25	125	95	31, 6	2, 750 chilog.
30	107	77	39, 0	ove il minimo bastante del-
35	94	64	46, 8	l'aderenza
40	83	53	56, 6	$\frac{3,750}{30,000} = \frac{1}{8}$
45	75	45	66, 7	
50	68	38	78, 9	
3.° *Macchina di 140 metri quad. pesante 54 tonn. alla medesima velocità.*				
0	1050	996	5, 4	
5	525	471	11, 4	
10	350	296	18, 2	Reazione tangenziale:
15	262	208	25, 9	5, 250 chilog.
20	210	156	34, 6	di cui il minimo bastante del-
25	175	121	44, 6	l'aderenza
30	150	96	56, 2	$\frac{5,250}{54,000} = \frac{1}{10.3}$
35	131	77	70, 1	
40	116	62	87, 1	
45	105	51	106, 0	
50	95	41	131, 7	

« È questa l'enorme riduzione dell'effetto utile che è limitato dalle rampe accessibili alle locomotive prima che si faccia sentire l'insufficienza dell'aderenza. Fintanto che la velocità non si abbassa al disotto di 20 chilometri circa, l'aderenza basta perchè una macchina utilizzi la sua potenza dinamica colla sola condizione di avere tutte le sue ruote accoppiate; poco importa evidentemente che sia su di un tratto orizzontale od in salita; soltanto se l'inclinazione è troppo forte, la macchina impiega quasi tutta la sua forza nel rimorchiare sè stessa.

« *Osservazioni su di un progetto d'applicazione di rimorchio alla trazione colle locomotive.* — Al di sotto di questa velocità manca l'aderenza; ma se la considerazione dell'enorme aumento di sforzo resistente basta per condannare la locomotiva applicata alle salite sulle quali il difetto di aderenza non si fa ancora sentire per le macchine, avendo tutte le loro ruote accoppiate, essa è ben ancora molto più decisiva allorquando la grandezza dell'inclinazione e la riduzione della velocità conducono a degli ingranaggi, a delle catene alla Vaucanson, in una parola a tutto l'apparato degli espedienti invecchiati, nei quali i migliori ingegni si sono smarriti dapprincipio durante l'infanzia delle strade ferrate. Il rimorchio col mezzo di una catena fissa congiunta ad un doppio ingranaggio conico applicato alla sala motrice venne proposto recentemente come un mezzo per superare le esigenze dell'aderenza; questa idea appoggia su di una doppia ipotesi, vale a dire sulla facoltà di ridurre da una parte il peso di una macchina a potenza eguale e dall'altra la velocità, ciò che permetterebbe di aumentare correlativamente lo sforzo di trazione.

« Il primo supposto è del tutto gratuito, per cui non occorre di farne parola. Tutti sanno come in giornata nell'interesse della manutenzione della strada si procura di alleggerire possibilmente le macchine, e come invece non possono essere potenti a salire le pendenze senza riuscire nello stesso tempo pesanti. Non si trasporterebbero 500 chilogrammi con delle macchine da 120 a 130 metri quadrati di superficie di riscaldamento nel modo che si costruiscono in giornata tenendo conto di tutti i progressi fatti.

« In quanto alla diminuzione della velocità, essa senza dubbio è possibile, ma soltanto fra limiti assai ristretti. Con una velocità moderata si sarebbe esposti in ciascun istante di vedere il treno a fermarsi tutto ad un tratto. I meccanici sanno perfettamente che con una simile velocità essi non sarebbero padroni del cammino. È d'uopo, come ei dicono con ragione, che il treno cammini velocemente per « *avere il volante* »; d'altra parte è indispensabile di sbarazzare presto le rotaje per lasciare il posto alle esigenze di un commercio considerevole.

« Ma allorquando pure si adottasse sulle rampe una velocità ridotta del 50 per cento, ossia di 12 chilometri circa, non sarebbe ciò non pertanto

necessario di ricorrere al rimorchiamento. Senza dubbio con questa velocità la macchina non avrebbe più per sè stessa bastante aderenza per utilizzare la sua potenza meccanica, ma basterebbe per ristabilire l'equilibrio (come si è fatto del resto ai Giovi) di farle portare la sua provigione, vale a dire un peso che essa deve necessariamente tradurre; per le macchine a piccola velocità, e per conseguenza con ruote piccole, ciò non presenta alcuna difficoltà d'applicazione.

« Fu in tal modo che il celebre ingegnere americano Ellet ha potuto sulla strada da Richmond all'Ohio (Virginia) organizzare un servizio di locomotive sopra salite del 5, 5,30 ed anche 5,60 per cento, e rimorchiare colla velocità di 12 chilometri da 40 a 50 tonnellate col mezzo di locomotive che portano il loro tender, e che pesano in tutto tonnellate 27,5 (*).

« Gli è evidente che non si potrebbe spingere più oltre la riduzione della velocità nelle circostanze di cui ci occupiamo, specialmente in giornata, vale a dire nel prolungamento della rete francese attraverso alle Alpi ed ai Pirenei. Sulla strada dello Stato nella Virginia, l'altezza superata è mediocre (188 metri), ciò che attenua i pericoli di una fermata accidentale; l'attività del commercio vi è limitata di maniera che poco importa che sia sbarazzata sollecitamente la rotaja; infine i treni hanno una massa debole, ciò che facilita il movimento iniziale e la condotta ad una velocità moderata. Ma allorquando si tratta di uno dei passaggi fra i più importanti della rete europea, le condizioni sono ben diverse. Peraltro l'esempio più volte citato non è meno istruttivo e prova che la locomotiva senza alcun artificio particolare e colla sola aderenza può utilizzare la sua potenza dinamica sopra le salite più inclinate e con una velocità ancora più diminuita se si intende di adottarla pel rimorchio. Ma quale vantaggio si ha da questo attiraglio che è inutile sino al 50 per mille circa, introducendo delle enormi resistenze passive di cui non si tien conto ed al quale la macchina fissa a catena sarebbe certamente da preferirsi se si volesse spingere l'inclinazione anche più oltre?

« *Influenza distruggitrice della rotaja.* — Ritorniamo alla locomotiva che funziona nelle condizioni ammissibili, vale a dire che agisce per mezzo dell'aderenza.

« Indipendentemente dai motivi più sopra indicati, egli è evidente che la rotaja deve soffrire molto più sulle rampe pendenti per uno stesso peso rimorchiato in due, tre, ecc., passaggi della macchina, di quello che avviene sulla tratta orizzontale o su di una salita ordinaria.

« D'altronde le due rotaje non sono sottoposte a cause di distruzione identiche; l'una, cioè quella che sale, deve subire soltanto lo sforzo tangen-

(*) La strada nella Virginia di cui parla il signor Couche nella sua memoria venne da noi descritta nel 1.° volume alla pag. 91 allorquando si è discusso sul tracciamento delle strade ferrate.

ziale delle ruote motrici; l'altra prova soltanto quello dei freni all'azione diretta della macchina. Stabilita l'uniformità del movimento, e supposta la stessa velocità in ambedue i casi, egli è evidente che queste due forze hanno rispettivamente per valore, la prima $(P + p) \frac{1}{i} + r)$, la seconda

$$\frac{P+p}{i} - r(P+p-p') - O - fP' = (P+p)\left(\frac{1}{i} - r\right) + p'r - O - fP' \text{ (*)}.$$

Questa essendo sempre la più piccola, sembra che la rotaja discendente dovrebbe soffrire meno dell'altra; ma si comprende che l'azione dei freni è in essa, ad eguaglianza di pressione tangenziale, più distruggitrice di quella delle ruote motrici per le quali lo strisciamento non è che casuale. Sulle rampe di Busalla si riconobbe infatti che il consumo della rotaja discendente è più rapido di quello della rotaja ascendente.

« Insomma ad eguaglianza di cose la spesa chilometrica per la manutenzione e pel rinnovamento della ruotaja sembra dover essere a parità di passaggio circa tre volte più considerevole sulla rampa maggiore che sul complesso della strada. Questo rapporto si sarebbe potuto rendere meno sfavorevole, ma non vi è alcuna esagerazione nell'ammettere che con una rotaja formata più solidamente (e perciò più costosa) (**), con degli sforzi meglio ripartiti, tanto per le ruote motrici, quanto per le scarpe dei freni, la cifra chilometrica di manutenzione e di rinnovamento su di una salita del 30 e 35 per mille, eccederebbe tuttavia assai più del 100 per 100 la cifra corrispondente a delle rampe medie.

« Non è soltanto questa eccedenza di spesa che è d'uopo calcolare per la locomotiva se si vuol cercare di valutare le conseguenze economiche immediate della sua soppressione. Liberati infatti dal passaggio delle locomotive, la ruotaja in rampa avrebbe a sua volta il vantaggio sulle rotaje sensibilmente orizzontali.

« *Riassunto.* — Ecco in sunto come si possono formolare i risultati probabili dall'applicazione della locomotiva a delle rampe simili a quelle di Busalla.

1.° La spesa di manutenzione chilometrica della rotaja è di due a tre volte maggiore che sulle rampe moderate dall'8 al 10 per mille.

2.° Le spese di manutenzione delle macchine, non compreso il rinnovamento, sono circa triplicate se si riferiscono per cadaun chilometro del

(*) p' dinota la parte di peso della macchina sostenuta dalle scarpe; O la resistenza degli organi della macchina in cammino col regolatore chiuso; P' il carico totale delle ruote supposte non congiunte, sulle quali agiscono i freni; f il coefficiente d'attrito delle scarpe e dei quarti delle ruote.

(**) Il Governo piemontese ha preso recentemente il partito di sostituire alle guide in ferro sulla rampa di Busalla delle guide d'acciajo fuso. L'incarico venne dato all'officina di Seraing.

treno, e sono quasi decuple se si riportano per ogni tonnellata rimorchiata, essendo il peso dei treni ridotto più di due terzi allorquando si passa dall'inclinazione del 10 a quella del 30 per mille.

3.° Un consumo di combustibile che la sola partecipazione del motore al movimento aggrava di un eccesso del 60 per cento, ammettendo che esso sia semplicemente proporzionale al peso lordo innalzato. Il motore rappresenta infatti il 70 per cento del peso rimorchiato in luogo dell'8 al 10 per cento. Ma la parte specifica del motore è realmente maggiore in conseguenza delle resistenze che gli sono proprie (*).

(*) Intorno alla spesa occorrente per l'esercizio del piano inclinato denominato dei Giovi, in confronto di quella che abbisogna per le altre strade ferrate, rimandiamo i nostri lettori a consultare la dotta memoria del signor Weber, di cui abbiamo riportato un brano alla pag. 433 del vol. 1.°

CAPITOLO V.

CALCOLO DELLE RESISTENZE AL MOVIMENTO DEI VAGONI SULLE STRADE FERRATE.

Lo studio analitico e numerico delle resistenze che i motori soffrono nel rimorchiare i vagoni sulle strade ferrate è di un grande interesse per l'ingegnere; esso serve di base a tutte le calcolazioni che si instituiscono allo scopo di determinare possibilmente l'influenza che esercitano sulle spese di esercizio tanto il tracciamento, quanto il profilo della strada ed il sistema di costruzione del materiale circolante; con esso si possono determinare in via assoluta, o al meno per approssimazione, i risultati che si otterranno coll'introdurre determinate modificazioni in questo materiale, oppure ne' suoi motori.

Allorquando un vagone si muove su di una porzione di rotaja retta ed orizzontale, le resistenze normali che soffre sono di due specie, cioè:

1.° lo sfregamento dei fusi che girano nelle scatole del grasso;

2.° lo sfregamento delle ruote che si muovono sulle guide, sfregamento che è dovuto alla deformazione impercettibile delle ruote e delle guide;

3.° la resistenza che oppone l'aria al movimento dei vagoni.

Indipendentemente da queste resistenze normali lo stesso vagone soffre altre resistenze accidentali, come sono quelle dovute all'azione del vento, alle ineguaglianze della strada, ecc.

Le prime sole possono essere sottoposte a calcolazioni.

Determinazione delle resistenze normali.

Resistenze in piano ed in linea retta. — Il movimento di traslazione di un vagone sulla rotaja dà luogo ad un movimento di rotazione delle ruote e delle sale.

Ciascun elemento superficiale dei fusi si trova successivamente ed in modo continuato in contatto con uno stesso elemento dei cuscinetti; vi è adunque strisciamento dei fusi sui cuscinetti e per conseguenza dell'attrito.

L'attrito di strisciamento è proporzionale alla pressione; esso varia colla natura e collo stato della superficie e dell'intonaco, ma è indipendente dall'estensione della superficie e della velocità (1).

Sia dunque:

P la pressione esercitata dai cuscinetti sui fusi, ovvero in altri termini il peso del vagone e suo carico, meno quello delle ruote e delle sale;

f il coefficiente d'attrito, vale a dire il rapporto dello sfregamento alla pressione (rapporto che varierà colla materia di cui si compongono i fusi ed i cuscinetti, colla finezza della loro esecuzione ed il sistema di ungimento).

L'attrito dei fusi contro i cuscinetti sarà:

$$fP.$$

Sia R il raggio delle ruote, r quello dei fusi.

Per un giro di ruota il vagone percorrerà sulle rotaje uno spazio $= 2\pi R$. Ciascun punto dei fusi sui cuscinetti un altro spazio eguale a $2\pi r$.

Nello stesso tempo che il vagone percorrerà uno spazio $= 1$, i fusi striscieranno adunque di una quantità $\frac{2\pi r}{2\pi R} = \frac{r}{R}$.

Lo sforzo di attrito dei fusi sarà adunque per questo medesimo cammino:

$$fP\frac{r}{R}.$$

L'attrito delle ruote contro le guide è uno sfregamento di rotazione (2), poichè ciascun elemento del quarto della ruota è posto successivamente ed in un modo continuato in contatto con un elemento diverso della guida. —

(1) Vedremo in seguito che dalle nuove esperienze sembra potersi stabilire che l'attrito per strisciamento diminuisce allorquando aumenta la velocità.

(2) Questa espressione è impropria inquantochè la resistenza al contorno della ruota non è realmente un attrito, ma è una resistenza simile a quella che la ruota prova per passare al disopra di un ostacolo. Tuttavia noi conserveremo l'espressione dello sfregamento del roteggio poichè viene generalmente ammessa.

Si ammette in generale che l'attrito del roteggio è proporzionale alla pressione; ch'esso varia colla natura e collo stato delle superficie in contatto, ma che è indipendente dall'estensione di tali superficie e dalla velocità.

Sia p il peso delle ruote e delle sale; $P+p$ sarà la pressione totale che le ruote esercitano sulle guide, e sia f' il coefficiente d'attrito.

Come espressione dello sforzo di sfregamento pel roteggio per un cammino eguale all' unità di distanza noi avremo:

$$f'(P+p).$$

La resistenza al contorno delle ruote varia colla grandezza della stessa ruota, poichè si sa che le grandi ruote passano più facilmente al disopra degli ostacoli che le piccole. L'esperienza dà adunque dei valori variabili per f' secondo che le ruote sono più o meno grandi. Ma le ruote dei vagoni essendo pressochè tutte del medesimo diametro, e la resistenza al contorno essendo molto debole, f' può essere considerato come un coefficiente costante per delle superficie di contatto simili.

Allorchè un corpo si muove in un fluido indefinito in riposo, per esempio l'atmosfera, esso prova una resistenza da parte di questo fluido.

Dalle numerose esperienze intraprese per determinare le leggi e l'intensità di una tale resistenza si ebbero i seguenti risultati, che si ricavano dall' opera di Pambour.

« La resistenza dell'aria è proporzionale al quadrato della velocità.

« Essa è proporzionale alla projezione della superficie dei mobili su di un piano normale alla superficie del movimento (*).

« Se due superficie si coprono esattamente, la resistenza provata dalla superficie coperta è eguale ad una frazione della resistenza sopportata dalla superficie anteriore. — Quanto è più piccolo lo spazio che separa le due superficie, altrettanto viene diminuita la resistenza esercitata sulla superficie coperta.

(*) Tale diminuzione di resistenza colla lunghezza dei corpi si spiega nel seguente modo: Supponiamo una lastra sottile che si muova nell'atmosfera: l'aria dopo di essersi allontanata da tale lastra si precipita immediatamente di dietro con una grande velocità, e trascinando nel suo movimento una massa fluida produce un vuoto relativo posteriormente. Ma se il corpo in movimento è un prisma allungato, l'aria seguendo la sua parete laterale perde dapprima una determinata porzione della sua velocità acquistata, e per conseguenza dopo di avere oltrepassata la faccia posteriore di questo prisma non si spande più posteriormente ad esso che con una forza che va sempre più a diminuirsi; da ciò risulta che vi si produce un vuoto parziale, ovvero una pressione meno considerevole di quella che nel caso di una semplice superficie. E siccome abbiamo veduto che la resistenza definitiva provata da un corpo in movimento è la differenza fra la pressione dell'aria anteriore ed il vuoto parziale che si forma posteriormente, ne consegue che i corpi allungati proveranno definitivamente una resistenza minore dei corpi la cui lunghezza sarà più limitata.

Sia Q la resistenza cercata;

A la projezione della superficie anteriore del corpo attraversante l'aria secondo una direzione normale;

V la velocità del movimento;

ε un coefficiente variabile colla lunghezza del corpo;

θ un coefficiente costante.

Si ammette generalmente che la resistenza dell'aria sia espressa dalla seguente formola:

$$Q = \theta \varepsilon A V^2$$

Ne risulta che l'equazione che esprime lo sforzo totale che resiste, per unità di distanza percorsa da un convoglio che si muove in piano ed in linea retta, è

$$T = f P \frac{r}{R} + f' (P + p) + \theta \varepsilon A V^2$$

Resistenza su di una salita in linea retta. — Su di un piano inclinato che formi coll'orizzonte un angolo α, il peso che spinge il vagone, il quale è sempre verticale, si decompone in due forze, l'una perpendicolare al piano, che costituisce la pressione delle ruote su questo piano; l'altra parallella alle guide, che obbliga il vagone a portarsi al piede della pendenza, se essa non viene elisa da una forza contraria. Se il vagone deve superare la salita, il motore dovrà far equilibrio non solo allo sfregamento dei vagoni, ma ben anche a questa componente del peso paralella al piano.

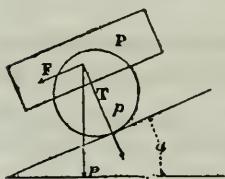



Fig. 187.

Così riportandosi alla fig. 187, si vede facilmente che questa forza F è espressa analiticamente da:

$$(P + p) \text{ sen. } \alpha.$$

Si scorge pure che la pressione dei cuscinetti sui fusi, pressione che dà luogo all'attrito di questi fusi (1), è eguale a:

$$P \cos. \alpha$$

Ed infine che la pressione esercitata dalle ruote normalmente alla ruotaja ha per valore:

$$(P + p) \cos. \alpha.$$

(1) Il motore agendo sui fusi nella direzione del movimento produce una nuova pressione e determina un nuovo attrito; ma questa pressione è talmente debole, che generalmente non si calcola.

Lo sforzo che il motore dovrà esercitare sul vagone perchè questo conservi la velocità che possiede in un dato istante, sarà adunque per unità di strada percorsa:

$$f P \cos.\alpha \frac{r}{R} + f' (P + p) \cos.\alpha + \theta \varepsilon A V^2 + (P + p) \text{ sen. } \alpha.$$

In generale le pendenze che si incontrano lungo le strade ferrate sono tali che si può considerare $\cos.\alpha = 1$ (*) e $\text{sen.}\ \alpha = \text{tang.}\ \alpha$. Abbiamo adunque per l'espressione pratica dello sforzo da esercitarsi dal motore:

$$f P \frac{r}{R} + f' (P + p) + \theta \varepsilon A V^2 + (P + p) \text{ tang. } \alpha.$$

Se la pendenza in luogo di discendere è ascendente, la formola che esprime lo sforzo di trazione sarà la seguente:

$$f P \frac{r}{R} + f' (P + p) + \theta \varepsilon A V^2 - (P + p) \text{ tang. } \alpha.$$

Resistenza nelle curve. — Le resistenze sofferte da un vagone in un convoglio percorrendo una curva sono di molte specie e dipendenti da diverse cause.

In primo luogo si osserva che le ruote sono generalmente di un diametro eguale fra loro ed assicurate alle sale. Ora sia:

$a =$ la semi-larghezza della rotaja,
$\rho =$ il raggio medio della curva:

le distanze percorse dalle due ruote di una medesima sala, nello stesso tempo staranno fra loro come i raggi dei due filari di guide, ossia come:

$$\rho - a : \rho + a$$

(*) Benchè $\text{sen.}\alpha$ sia una quantità assai piccola, come pure quella che si ha dalla differenza facendo $\cos.\alpha$ eguale all' unità, non si potrebbe trascurarla come quest'ultima, siccome lo potrebbero supporre le persone poco abituate al calcolo, poichè l'errore commesso sarebbe in allora molto più grande. Infatti sia $\cos.\alpha = 1 - \beta$ e $\text{sen.}\ \alpha = \delta$. Se si suppone $\cos.\ \alpha = 1$, l'errore commesso è di

$$\left\{ f \frac{r}{R} P + f' (P + p) \right\} \beta,$$

ovvero, siccome l' insieme di questi attriti è generalmente rappresentato dal rapporto $0,003\,(P+p)$, l' errore è di $0,003\,\beta\,(P+p)$, vale a dire di tre millesimi di una quantità di già assai piccola, moltiplicando il peso del vagone. $\text{Sen.}\ \alpha$ essendo considerato siccome eguale a zero, l'errore commesso sarà di $(P+p)\,\delta$, ossia di una frazione del peso totale, eguale alla piccola quantità δ tutta intera.

Da una tale differenza di cammino percorso dalle due ruote, risulta che esse devono necessariamente strisciare; quella che si trova sulla guida interna lo farà in modo di ritardare il suo movimento, mentre l'altra della guida esterna procurerà di accelerarlo.

Il centro della figura di un vagone percorrendo uno spazio eguale ad 1, le ruote interne si avanzeranno di $\frac{\rho - a}{p}$, le ruote esterne di $\frac{\rho + a}{r}$: lo strisciamento di ciascuna di esse sarà adunque $\frac{a}{\rho}$

Ora le ruote esercitano sulle guide una pressione $= P + p$, e se rappresentiamo il coefficiente d'attrito con f', avremo per espressione dello sforzo resistente che emerge dalla congiunzione delle ruote alla sala, per unità di cammino:

$$f' (P + p) \frac{a}{\rho} .$$

Le sale di un medesimo vagone si mantengono paralelle col mezzo delle piastre di guardia.

Le ruote in luogo di essere tangenti alle guide, prendono una direzione che è quella della corda (fig. 188); in conseguenza le ruote anteriori tendono a portarsi all'esterno e quelle posteriori a recarsi nell'interno delle guide. Esse adunque non potranno rimanervi che col mezzo di un movimento di strisciamento nel senso del raggio della curva. Da qui deriva un nuovo attrito.

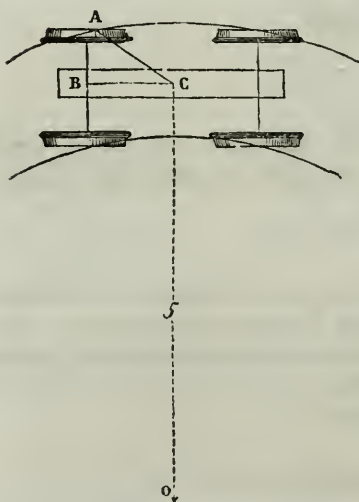



Fig. 188.

Lo strisciamento tangenziale che abbiamo determinato precedentemente e lo strisciamento secondo il raggio, si combinano in tal maniera che il vagone descrive un cerchio intiero intorno al centro o della curva; ciascun punto di questo vagone traccia egualmente una circonferenza intera intorno al centro di figura G del rettangolo formato dai punti di contatto delle ruote colle guide (*). Il raggio corrispondente a questi punti di contatto è $G A = \sqrt{a^2 + b^2}$, essendo b la semidistanza $B G$ delle due sale.

(*) Ciò non è esatto matematicamente parlando. Il vagone non gira altrimenti intorno al suo centro di figura, ma questa supposizione può ritenersi in pratica senza alcun inconveniente.

Avremo adunque per lo sforzo dovuto allo strisciamento delle ruote durante il tempo che il vagone fa un' intera rivoluzione intorno al punto o:

$$f'(P+p)\ 2\pi\sqrt{a^2+b^2}$$

In questo stesso tempo lo spazio percorso dal vagone è $= 2\pi r$; adunque lo *sforzo resistente che emerge dalla congiunzione delle ruote alle sale e dal parallelismo di queste ruote per l' unità di cammino del vagone* è espresso dalla formola:

$$f'(P+p)\frac{2\pi\sqrt{a^2+b^2}}{2\pi\rho} = f''(P+p)\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{\rho},$$

Il movimento di un vagone al passaggio di una curva dà luogo ad un terzo attrito di cui la causa è indipendente dal sistema di costruzione delle ruote e delle sale.

Infatti questo movimento curvilineo non può aver luogo se non nel caso che il vagone sia spinto in ciascun istante da una o più forze che lo costringono ad allontanarsi dalla direzione rettilinea che l'inerzia tende a conservargli. Queste forze sono le pressioni che le guide esterne della ruotaja esercitano sugli orli delle ruote esterne; esse sono dirette nel senso del raggio della curva e la loro pressione è espressa da:

$$\frac{P+p}{g}\ \frac{V^2}{\rho}$$

nella quale g rappresenta l'acceleramento dovuto al peso, acceleramento che è eguale alla nostra latitudine a $9^m\ 805$ (*).

Queste pressioni producono un attrito $f''\frac{P+p}{g}\frac{V^2}{\rho}$ essendo f'' il coefficiente d'attrito degli orli delle ruote contro le guide.

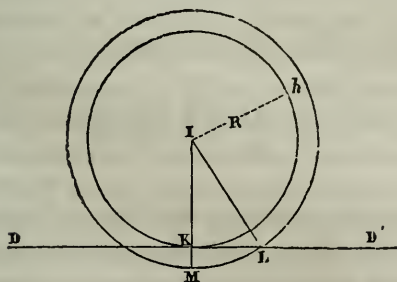



Fig. 189.

Sia $R = IK$ il raggio della ruota (fig. 189), $h = KM$ l' altezza dell' orlo, $R+h$ sarà l' altezza della ruota e del suo orlo, e questo sfregherà contro la guida DD' al punto L ove esso tocca.

Durante un istante infinitamente piccolo, si possono considerare i

(*) Ordinariamente i fenomeni che abbiamo annunciati si spiegano dicendo che il movimento curvilineo produce una *forza centrifuga* che obbliga gli orli delle ruote esterne contro le guide esterne della ruotaja.

Questo modo di svisare il problema non è molto razionale; ciò non pertanto, nel corso di quest'opera ci siamo serviti dell' espressione *forza centrifuga*, inquantochè essa è adottata dalla maggior parte degli autori.

punti I ed L come che girassero intorno al punto K col quale la ruota appoggia sulla guida. La strada fatta dal punto L sfregando contro la guida, sarà adunque un cammino percorso dal punto I ovvero dallo stesso vagone nel rapporto di $KL : IK$, ovvero di

$$\sqrt{(R+h)^2 - R^2} : R, \text{ od infine di } \sqrt{2Rh+h^2} : R$$

Nel tempo che il vagone correrà uno spazio $= 1$, il punto L farà la distanza $\frac{\sqrt{2R+h^2}}{R}$ *e lo sforzo d'attrito dovuto alla forza centrifuga sarà per l'unità di cammino del vagone di:*

$$f''\frac{P+p}{g}\ \frac{V^2}{\rho}\ \frac{\sqrt{2Rh+h^2}}{R} \ (*)$$

Lo sforzo addizionale che resiste risultante dal passaggio di un convoglio in una curva è adunque per unità di cammino:

$$f'(P+p)\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{\rho} + f''\ \frac{P+p}{g}\ \frac{V^2}{\rho}\ \frac{\sqrt{2Rh+h^2}}{R}$$

Equazione generale dello sforzo. — Lo sforzo totale che il motore dovrà esercitare sul convoglio durante l'unità di cammino affinchè il convoglio stesso conservi la velocità che possedeva prima dell'istante che si considera, è eguale alla somma degli sforzi parziali che abbiamo determinato. Tale sforzo viene espresso dalla formola:

$$T = fP\frac{r}{R} + f'(P+p) + \theta\,\varepsilon\,A\,V^2 + (P+p)\ tang.\ \delta +$$

$$+ f'(P+p)\ \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{p} + f''\frac{P+p}{g}\ \frac{V^2}{p}\frac{\sqrt{2Rh+h^2}}{R}$$

Lo sforzo di trazione esercitandosi sempre secondo la direzione del movimento del motore, si otterrà adunque il suo valore dividendo la forza motrice esercitata in un determinato tempo per la strada percorsa nello stesso tempo.

(*) Abbiamo cercato in queste calcolazioni di indicare l'effetto sensibile ed il risultato generale omettendo di entrare nei particolari che presentano un campo indefinito di dubbj e di controversie senza alcun profitto per la pratica. I lettori che vorranno approfondirsi nella questione potranno consultare gli articoli interessanti pubblicati negli *Annales des Ponts et Chaussées* dei signori Dupuis e Reinhard ed una memoria letta all'Istituto dal sig. Wissocq.

Siccome noi abbiamo determinato costantemente la forza motrice corrispondente ad un cammino — 1, egli è evidente *che il valore in chilogrammi dello sforzo di trazione sarà il medesimo che il valore in chilogrammetri ottenuto col mezzo della formola che abbiamo dato.*

Determinazione dei coefficienti — Rimarrà ora a stabilirsi il valore dei diversi coefficienti che entrano in questa formola. Già da molto tempo il Coulomb ha determinati i coefficienti di strisciamento f ed f' fra delle superficie metalliche ingrassate e non ingrassate; ma siccome egli non ha operato esattamente nelle condizioni in cui si trovano i veicoli che corrono sulle strade ferrate, si è creduto conveniente di determinarli di bel nuovo col mezzo di esperienze instituite sopra vagoni isolati e sopra dei convogli.

A tal effetto si sono impiegati diversi processi.

Alcune volte si è interposto un dinamometro alle molle, ovvero il dinamometro del Morin fra il motore ed i veicoli.

Altra volta si è abbandonato un vagone a sè stesso, ovvero un convoglio, su di un piano inclinato e si è misurato lo spazio che aveva percorso in capo ad un tempo determinato discendendo per effetto soltanto della gravità; poi si introdusse il valore dello spazio e del tempo nella formola che stabilisce una relazione fra lo spazio, il tempo e la forza motrice (1). Quest'ultima forza essendo eguale alla componente del peso del vagone o del convoglio diminuito della resistenza totale, non si ha più nella formola che una sola incognita, cioè la resistenza totale. Essa venne determinata risolvendo l'equazione per rapporto a questa resistenza.

Un terzo mezzo per determinare la resistenza di un vagone consistette nel far correre liberamente lo stesso vagone su due piani inclinati in senso inverso che si congiungevano con una curva. Il vagone ascende il secondo piano inclinato in virtù della velocità che ha acquistato discendendo dal primo, ma si inalza sopra questo secondo piano ad un'altezza minore di quella da cui è disceso. La differenza delle due altezze introdotte nella formola conduce a determinare l'incognita (2).

In fine si è lasciato discendere un treno di vagoni su di un piano inclinato. Il treno era messo e mantenuto in movimento dalla componente del suo peso paralello al piano; ma la resistenza comprendendo gli attriti, che sono sensibilmente indipendenti dalla velocità e dalla resistenza dell'aria, la quale varia come i quadrati della velocità stessa, andò crescendo con que-

(1) Vedi la formola nel *Trattato* del Wood tradotta dall'inglese in francese da Montricher, De Ruolz, De Fraqueville e nella seconda edizione del *Trattato* del Pambour sulle Locomotive.

(2) Questa formola è assai semplice; ne risulta che il rapporto della resistenza al carico ha per misura la differenza di livello tra il punto di partenza e d'arrivo diviso per la somma degli spazj percorsi sui due piani; la calcolazione che vi conduce è sviluppata nel *Trattato* del Wood.

st'ultima sino a che diventò eguale alla forza motrice e le fece equilibrio. In allora la velocità cessò di crescere ed il movimento divenne uniforme. Osservando la velocità nell'istante in cui il movimento diventò uniforme, si ebbe pel valore della resistenza a questa velocità quello della componente del peso del convoglio.

Per ottenere la resistenza che si ha con un'altra velocità, si operò sopra un nuovo piano che presentava un'inclinazione diversa da quella del primo, ed in tal maniera si è potuto determinare la resistenza per altrettante velocità che variarono in relazione alla diversa inclinazione dei piani. Questo metodo è assai semplice teoricamente parlando, ma è rado che si possa farne l'applicazione in causa della difficoltà che si incontra nel trovare in un medesimo luogo dei piani di una grande lunghezza e diversamente inclinati.

Infine per determinare isolatamente l'attrito sopra i fusi, si sono collocati i due fusi della medesima sala nei cuscinetti assicurati sopra due cavalletti. Alla sala venne applicata una carrucola e si avvolse intorno a questa una fune che portava alla sua estremità un carico conosciuto. L'esperienza ebbe due periodi. Dacchè il peso cessava di essere trattenuto, esso si metteva in movimento e faceva girare la sala con una velocità che andava crescendo sino al momento in cui la corda si trovava interamente svolta. In questo istante la fune si staccava spontaneamente dalla carrucola e la sala continuava a girare sino a che l'attrito dei fusi aveva distrutta interamente la forza viva. Un contatore applicato all'apparato ha dato esattamente il numero dei giri fatti dalla sala.

Il Wood, che fu uno dei primi che abbia tentato di determinare la resistenza dei vagoni, ha impiegato prima di tutto il dinamometro a molla; ma avendo conosciuto tosto l'imperfezione di un tale istromento, ha cercato la resistenza misurando lo spazio percorso dal vagone discendente da un piano. In tal maniera egli ha trovato per la resistenza totale dei vagoni che si movono in linea retta ed in piano colla velocità di 16 chilometri all'ora da 4 a 5 millesimi del peso. Veramente tale resistenza non è una frazione esatta di questo peso, poichè l'attrito per strisciamento sulla sala non è proporzionale che al peso P del vagone e del suo carico, meno le ruote e le sale, e la resistenza dell'aria è indipendente dal suddetto peso; ma colle velocità colle quali ha operato il Wood la resistenza dell'aria è poco sensibile e non si commette che un errore trascurabile in pratica, ammettendo che la resistenza totale è una frazione del peso complessivo.

Per determinare isolatamente la resistenza al contorno delle ruote il Wood ha soppresso la cassa ed ha slanciato sopra dei piani inclinati delle sale isolate che caricava più o meno col mezzo di pezzi di piombo applicati alle sale. In tal modo egli ha soppresso l'attrito sui fusi, rese insensibile la re-

sistenza dell'aria ed ottenne come espressione della resistenza totale quella della resistenza al contorno delle ruote.

In tal maniera ha trovato che *la resistenza al contorno delle ruote di* 0^m 90 *di diametro è presso a poco* 0,001 *del peso totale.*

Usando il metodo descritto qui sopra per determinare direttamente la resistenza sui fusi, egli ha trovato che *il coefficiente d'attrito sui fusi per uno stato medio dei fusi stessi è di* 0,05, *e nelle circostanze eccezionali con un ingrassamento continuo e perfetto, di* 0,017.

In conseguenza di che il rapporto del diametro d dei fusi a quello D delle ruote essendo il medesimo che nei vecchi vagoni, ossia circa 50 millesimi, si avrà per la resistenza sul fuso:

$$f \cdot P \frac{d}{D} = \text{circa } 0,0025 \; P$$

Col rapporto del diametro dei fusi attuali al diametro delle ruote, rapporto che è $= \frac{75}{1000}$, si trova per questa resistenza:

$$f \cdot P \frac{d}{D} = 0,00375 \; P$$

Il Wood riconobbe eziandio che affinchè l'attrito rimanga invariabile colla superficie del cuscinetto è d'uopo che la superficie di quest'ultimo sia tale che la pressione per centimetro quadrato non oltrepassi i 7 chilogr. Essendo maggiore una tale pressione, il grasso viene schiacciato e le superficie sfreganti cambiano di natura.

Partendo dalle esperienze precitate instituite dal Wood per determinare separatamente l'attrito sui fusi e quello al contorno delle ruote, si trova per la resistenza totale dovuta allo sfregamento nei vecchi vagoni:

$$0,0025 \; P + 0,001 \; (P + p), \text{ ovvero circa } 0,0035 \; (P + p),$$

e per la resistenza nei nuovi vagoni:

$$0,00375 \; P + 0,001 \; (P + p)$$

ossia circa $0,00475 \; (P + p)$

Col mezzo di esperienze dirette il Wood ha trovato che la resistenza totale nei vecchi vagoni a piccole velocità, colle quali la resistenza dell'aria è poco sensibile, è di 4 millesimi del peso totale.

Ed il Pambour ha trovato per la somma degli attriti nei vagoni, pressochè simili, con delle ruote di $0^m\,915$ e dei fusi di $0^m\,045$ di diametro, fatta la deduzione della resistenza dell'aria, il rapporto $\frac{1}{373}$ del peso lordo, ossia:

$$0,0026\ (P + p)$$

valore sensibilmente inferiore a quello indicato dal Wood, ciò che probabilmente dipende da un miglior ingrassamento. Le sue esperienze sono state fatte nel 1834 sulla strada da Liverpool a Manchester.

Per la resistenza totale i signori Gouin e Lechatelier servendosi del dinamometro del Morin hanno trovato con vagoni che di molto si avvicinavano a quelli attuali, ma ove però i fusi avevano un diametro più piccolo:

Che a piccole velocità (da 25 a 40 chilom. all'ora) tale resistenza è dal 3 al 4 $^1/_2$ millesimi del peso totale.

Che a velocità moderate (da 40 a 60 chilometri all'ora) era da 4 $^1/_2$ ad 8 $^1/_2$ millesimi.

Si può adunque supporre che con grandi velocità (da 80 a 90 chilometri all'ora) essa raggiungerà i 12 ed i 15 millesimi.

Le esperienze dei signori Gouin e Lechatelier ebbero luogo sulla strada di Versaglia (sponda destra). Instituite col mezzo dell'indicatore di Watt, esse avevano per iscopo principale quello di determinare in qualunque circostanza l'uso del vapore nelle macchine locomotive. Simili esperienze fornirono i mezzi di determinare in un modo esatto la resistenza dei convogli, compresa la macchina.

I diagrammi tracciati dall'istromento diedero esattamente il valore dello sforzo esercitato dal vapore sugli stantuffi; egli è adunque facile il dedurre lo sforzo di trazione medio.

In seguito a tali esperienze gli stessi ingegneri hanno determinato sulla medesima linea e col dinamometro la resistenza dei treni rimorchiati, non compresa la macchina.

I signori Lechatelier, Flachat, Petiet e Polonceau hanno riassunte queste esperienze nella seguente tavola che togliamo dalla loro *Guida del meccanico costruttore e conduttore delle locomotive*, come pure le conclusioni che si sono fatte.

SCOPO delle esperienze	Numero delle esperienze	Velocità media in chilometri all'ora	Numero medio dei vagoni rimorchiati	Peso del convoglio in tonnellate	Resistenza per tonn. in chilogrammi dedotta la gravità	SISTEMA di determinazione
Macchina e tender (soli)	2	28, 4	—	26, 0	11, 63	Indicatore.
Convoglio lordo (macchina e tender compreso)	37	42, 7	6, 86	60, 3	10, 31	Indicatore.
Treno rimorchiato (macchina e tender non compreso) .	3	38, 38	8, 0	41, 0	4, 06	Dinamometro interposto fra il tender e la prima vettura, — tempo calmo.
	5	49, 17	8, 0	41, 0	6, 56	
	3	56, 37	5, 3	22, 0	8, 13	
Medio .	11	48, 00	7, 3	37, 7	6, 31	

« È a lamentarsi che tali esperienze non abbiano potuto essere combinate in modo di dare simultaneamente i diagrammi dell'indicatore e del dinamometro, ciò che avrebbe permesso di constatare quale era la frazione totale dello sforzo motore assorbito dall'attrito della macchina come veicolo, dallo sfregamento del suo meccanismo, dall'attrito addizionale risultante dallo sforzo del vapore, ed infine dalla resistenza dell'aria che vien divisa anteriormente al treno. Si può ammettere per la resistenza lorda, colla velocità di 45 chilometri all'ora, di un convoglio lordo di 60 tonn. Chil. 10,50

« Per quella del treno rimorchiato (34 tonnellate) . . . . » 6,25

« Rimane adunque per la resistenza totale dovuta alla macchina ed al tender:

$$10^{ch.}5 \times 60 - 34 \times 6^{ch.}25 = 417^{ch.}5$$

ovvero per ogni tonnellata di peso dell'apparato motore . . Chil. 16,00

« Se si suppone che gli attriti e la resistenza della macchina, considerata come veicolo senza il suo meccanismo, siano eguali a quelli dei vagoni, la resistenza totale prodotta dal movimento degli organi della macchina è eguale per ciascuna tonnellata del convoglio lordo a . . . . . chilog. 4,25

« Per ciascuna tonnellata dell'apparato motore (macchina e tender) » 9,75

« Per determinare questi risultati se si applicano i dati ottenuti sulla strada d' Orleans per le macchine che camminano vuote (*), i quali stabiliscono che l'attrito di una macchina e del suo tender isolati colla velocità di 30 chilometri all'ora è di 8 chilogrammi per tonnellata, si può conchiudere approssimativamente che questa medesima resistenza, colla velocità di 45 chilometri all'ora sarà eguale a 12 chilogrammi, di maniera che sulla resistenza di 16 chilogrammi per tonnellata di peso dell'apparato motore, resterebbero per la parte addizionale dovuta all'azione del vapore chilog. 4, 00.

« Riunendo questi diversi risultati, si può adunque decomporre nel seguente modo la resistenza totale che il convoglio di 60 tonnellate, che abbiamo preso per esempio, proverà nel suo movimento colla velocità di 45 chilometri all' ora ».

1.° *Resistenza del convoglio lordo, per tonnellata.*

Resistenza dovuta al movimento dei veicoli	Chilog.	6, 25
» dovuta agli attriti della macchina senza carico	»	2, 50
» dovuta agli sfregamenti del meccanismo prodotti dalla pressione del vapore	»	1, 75
	Totale Chilog.	10, 50

2.° *Resistenza dell'apparato motore, per tonnellata.*

Resistenza dovuta al movimento del veicolo	Chilog.	6, 25
» dovuta all' attrito del meccanismo senza carico	»	5, 75
» dovuta alla pressione del vapore	»	4, 00
	Totale Chilog.	16, 00

Allo scopo di determinare le resistenze dei treni si sono instituite delle esperienze dal signor Gooch sulla strada a larga ruotaja Great-Western. Tali esperienze, che vanno annesse al rapporto che il Gooch ha fatto alla Commissione del Parlamento inglese incaricata delle indagini sui vantaggi rispettivi della rotaja larga e di quella stretta (1848), si riassumono nel seguente modo nella *Guida del meccanico.*

(*) Esperienze fatte sulla macchina *Mulhouse* nel 1841 da una Commissione nominata dal Ministro dei lavori pubblici; sulla rampa di $0^{m}008$ per metro della strada da Parigi ad Orleans, a Etampes, le macchine dei viaggiatori ritornavano liberamente senza l'azione del vapore con un tempo calmo prendendo la velocità di circa 30 chilometri all'ora.

« Esse si sono fatte col mezzo dell'indicatore Watt situato sul cilindro della macchina *Great-Britain* e di un dinamometro a molla costrutto con molta cura che venne collocato posteriormente al tender sul vagone disposto a questo scopo. Le esperienze si sono instituite su di una parte di strada perfettamente retta ed orizzontale e collocata allo stesso livello del terreno circostante. Il treno rimorchiato si componeva di vetture a sei ruote di prima e seconda classe, pesanti ciascuna 10 tonnellate; il vagone del dinamometro pesava egualmente 10 tonnellate e presentava la medesima sezione degli altri. Riferiremo il risultato di molte serie di esperienze dalle quali il Gooch ha creduto di dover conchiudere che le resistenze osservate in tal maniera sulla Great-Western sono circa del 20 per cento inferiori a quelle che l'esperienza permette di ammettere per le strade ferrate a rotaja stretta. Noi abbiamo calcolato assomigliando la macchina ed il tender ai veicoli ordinarj e, deducendo la parte di resistenza quale veicolo, stabilita in questa ipotesi, la resistenza dovuta agli attriti del meccanismo ed alla pressione del vapore sugli stantuffi l'abbiamo confrontata: 1.° al peso della macchina e del tender; 2.° al peso del convoglio lordo; 3.° alla resistenza totale misurata coll'indicatore. I diversi risultati osservati e calcolati sono compresi nella seguente Tavola:

VELOCITA' media in chilometri all'ora	RESISTENZA PER TONNELLATA			RESISTENZA ADDIZIONALE dovuta al meccanismo ed alla pressione del vapore		
	del convoglio lordo (macchina e tender compreso) mediante l'indicatore	del treno rimorchiato col dinamometro	della macchina e del tender	per tonnellata di convoglio lordo	per tonnellata di peso, della macchina e del tender	Rapporto della resistenza addizionale alla resistenza totale
Treno rimorchiato 100 tonnellate. — Convoglio lordo 150 tonnellate.						
chil.	chil.	chil.	chil.	chil.	chil.	chil.
21, 1	4, 10	3, 43	3, 51	0, 67	2, 00	0, 16
32, 1	5, 11	3, 87	7, 49	1, 24	3, 72	0, 24
72, 4	10, 46	7, 26	13, 96	3, 20	9, 60	0, 30
91, 7	12, 42	9, 94	19, 17	2, 48	7, 44	0, 20
92, 2	«	10, 77	«	«	«	«
98, 1	«	10, 07	«	«	«	«
Treno rimorchiato, 80 tonnellate						
84, 6	»	9, 42	»	»	»	»
Treno rimorchiato 50 tonnellate — Convoglio lordo 100 tonnellate.						
35, 5	6, 86	4, 31	8, 75	2, 54	5, 08	0, 37
69, 8	9, 07	6, 65	11, 37	2, 42	4, 84	0, 27
39, 3	13, 84	10, 21	17, 58	3, 63	7, 26	0, 26
Rapporto medio della resistenza addizionale alla resistenza totale Chil.						0, 25

Nel 1852 dal Poirée figlio, ingegnere alla strada di Lione, vennero instituite delle esperienze per trovare se la resistenza dell'aria aumenta colla velocità, e se quella dovuta all'attrito di strisciamento decresce con essa.

Da tali esperienze fatte sopra vagoni a freno, nelle quali il freno era chiuso in modo da convertirli in altrettante slitte, il Poirée ha ricavate le seguenti conclusioni:

« La resistenza allo strisciamento dei vagoni col freno è proporzionale al peso dei vagoni. Essa può variare secondo lo stato delle guide da uno a due, ossia, per le piccole velocità, da 0, 11 a 0, 25 circa del peso rimorchiato.

« La resistenza allo strisciamento dei vagoni col freno diminuisce a misura che aumenta la velocità del cammino. Nei limiti di peso e di velocità comuni, la diminuzione della resistenza risultante dall'aumento di velocità è pressochè indipendente dal peso dei vagoni e dallo stato delle guide, essa può essere rappresentata dalla seguente formola in funzione della velocità:

$$25\,v - 0,35\,v^2$$

E per conseguenza la resistenza dei vagoni coi freni sarà data dalla formola:

$$f = k\,P - 25\,v + 0,35\,v^2$$

P essendo il peso del vagone;

k un coefficiente costante, variabile soltanto collo stato delle guide. Si può adottare per approssimazione:

$k = 0,13$ per le guide umide;

$k = 0,30$ per le guide molto secche.

Le formole non devono d'altronde essere applicate che per velocità comprese fra 5 e 22 metri per secondo.

Il Poirée aggiunge che la diminuzione d'attrito indicata dalla formola non è che un minimo, poichè, egli dice, in ragione della discontinuità della rotaja la slitta soffre in ciascuna unione delle guide degli urti che sono tanto più risentiti quanto più la velocità è maggiore, e questi urti devono indurre a delle perdite di forza ed aumentare il tiramento indicato dalle esperienze.

Dalla seconda edizione del *Trattato delle macchine locomotive* del Pambour noi toglieremo il valore del coefficiente, e quello di ε e l'indicazione del metodo da seguirsi per calcolare la superficie A.

La resistenza essendo espressa in chilogrammi, la superficie A in metri quadrati e la velocità in chilometri per ora, θ è eguale a . . 0, 004 823

Il valore di ε per un corpo isolato assai piccolo è di . . » 1, 43

Per un cubo . . . . » 1, 17

Per un prisma, la cui lunghezza è eguale a tre volte il lato della superficie anteriore . . . . » 1, 10

Per un convoglio di 5 vagoni . . . . » 1, 07

» » di 25 vagoni . . . . » 1, 04

» » di 15 vagoni . . . . » 1, 05

In quanto alla superficie A, essa si compone di molti elementi che influiscono in grado diverso sull' intensità della resistenza di cui ci occupiamo. Si può determinare direttamente la superficie anteriore del vagone, che si compone di quella del carico e di quella dello stesso vagone. Ma i raggi delle ruote girando rapidamente soffrono per ciò solo una determinata resistenza; di più le ruote, le sale, le scatole del grasso e le molle posteriori sono bastantemente separate dai pezzi che le precedono, perchè si possa considerarle come interamente protette contro gli urti dell'aria.

La velocità di rotazione dei diversi elementi superficiali dei raggi, varia colla distanza di questi elementi dalla sala; in vicinanza del quarto, tale velocità è quasi eguale a quella del vagone; presso la sala essa è assai debole.

Riducendo la loro superficie totale a quella che, mossa alla circonferenza della ruota, proverebbe da parte dell'aria una resistenza equivalente, il Pambour ha trovato che ciascuna ruota di $1^{m}00$ di diametro presenta a tale riguardo una superficie di metri quadrati 0, 1162 ossia di 0, 12. Aggiungendovi adunque la superficie diretta presentata dal contorno della ruota, dalle scatole, sale e molle, lo stesso autore ebbe il seguente risultato, cioè che ciascun pajo di ruote montate equivale ad una superficie di metri quadrati 0, 65.

Ma in un treno tutti questi pezzi sono coperti da quelli che li precedono e sono discosti di uno spazio sensibilmente eguale al lato del loro quadrato; converrà adunque di ridurre ai $^{2}/_{3}$, ossia a metri quadrati 0, 43, la superficie diretta opposta all' urto dell' aria da ciascun pajo di ruote, non compreso il primo.

Per un vagone isolato converrà di adottare per la superficie diretta colpita dall'aria, la superficie anteriore della cassa, dell' intelajatura e del suo carico, alla quale sarà d' uopo aggiungere metri quadrati $0,65 + 0,43 = 1,08$ metri quadrati per le ruote, sale, scatole e molle.

Il coefficiente ε varierà colla lunghezza del vagone impiegato. Si può ammettere che questa lunghezza è eguale a due volte la radice quadrata della superficie anteriore; nella formola precedente si dovrà adunque fare $\varepsilon = 1,13$.

Allorchè i vagoni sono riuniti in un treno, si dovrà calcolare una superficie addizionale di metri quadrati 0, 43 per ogni pajo di ruote aggiunto. Ma quantunque i vagoni siano assai vicini, essi peraltro non sono fra loro

in contatto e ciascuno prova sulla superficie anteriore una resistenza che il Pambour ha trovato eguale a quella che produrrebbe un aumento di metri quadrati 0,0929, ossia metri quadrati 0,10 della superficie anteriore del primo vagone.

Il Pambour dà infine la seguente formola per un treno di 15 vagoni nel quale la velocità è espressa in chilometri per ora, e la superficie del treno in metri quadrati, come già abbiamo indicato.

$$Q = 0,005064\, A\, V^2.$$

Fin qui non venne fatta alcuna esperienza concludente per determinare i valori di f' ed f''. Ciò non pertanto abbiamo adottato per f' la cifra di 0,16 secondo le esperienze sul valore medio del coefficiente d'attrito di strisciamento fra due superficie metalliche levigate.

In quanto ad f'', che è quello di attrito fra due superficie scabre, esso sarà maggiore, ma non cercheremo di calcolarlo.

Sostituendo infine nella formola generale dello sforzo resistente su di una strada ferrata pendente ed in curva, i valori medj che abbiamo indicati pei coefficienti, si trova:

$$T = 0,035\,\frac{d}{D}\,P + 0,001\;(P+p) + 0,005064\,A\,V^2 \pm (P+p)\ \text{tang.}\ \alpha\ +$$

$$+\,0,16\,\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{\rho}\,(P+p) + f''\,\frac{P+p}{g}\,\frac{1}{\rho}\;V^2\,\frac{\sqrt{2\,R\,h+h^2}}{R}$$

il coefficiente f'' sino al presente trovasi indeterminato.

Discussione della formola. — Dalla discussione di questa formola si ricavano le seguenti conclusioni, le quali presentano molto interesse:

Decresce la resistenza diminuendo il diametro dei fusi ed aumentando quello delle ruote.

Tuttavia dalle esperienze precitate del Wood risulta che diminuendo oltre misura il diametro dei fusi si cambia la natura delle superficie sfreganti, di maniera che lo sforzo aumenta in luogo di diminuire.

In generale i vagoni attuali hanno delle ruote da $0^m\,90$ ad $1^m\,00$. Colle ruote più grandi le casse delle vetture verrebbero innalzate oltre misura sulle guide, quando non si voglia complicare il sistema di costruzione dei veicoli. L'aumento del diametro delle ruote avrebbe eziandio l'inconveniente di aumentarne il peso, ciò che darebbe luogo ad un accrescimento di resistenza; la quale quantunque risulti debole coi tratti di strada poco pendenti, si rende peraltro molto sensibile sulle forti pendenze.

Tutti i termini che compongono il secondo membro dell'equazione, ad eccezione di quello che rappresenta la resistenza dell'aria, essendo propor-

zionali al peso del vagone, o almeno al peso della cassa, è assai utile di rendere il materiale circolante possibilmente leggero quanto lo permetta la prudenza e l'economia della manutenzione.

Abbiamo veduto che in questi ultimi tempi venne considerevolmente diminuito il peso morto dei vagoni per le merci, ma che le esigenze del pubblico hanno costretto ad accrescere quello delle vetture pei passaggeri.

Le due resistenze, cioè quella dell'aria e la resistenza causata dall'attrito nelle curve dagli orli delle ruote contro il fianco della guida, essendo proporzionali al quadrato della velocità, *si è ridotta considerevolmente la resistenza totale e per conseguenza la spesa di trazione, diminuendo la stessa velocità.* In tal maniera si ricava un miglior partito dalle macchine che corrono a piccola velocità che da quelle a grande velocità. Per questo motivo i treni delle merci, pei quali non è assolutamente necessaria una grande velocità come pei treni dei viaggiatori, devono camminare con una velocità moderata per quanto lo comporta il servizio.

I due ultimi termini della formola mostrano che:

Il passaggio dalle curve dà luogo ad aumento di resistenza per unità di distanza percorsa, che è altrettanto più sensibile quanto più piccolo è il raggio.

Si vede di più che:

In tutti i cambiamenti di direzione del tracciamento lo sforzo totale resistente, applicato al cammino della parte curvilinea che congiunge due rettilinei, è indipendente dal raggio di curvatura, ma la grandezza di questo raggio non è perciò del tutto indifferente nella calcolazione della spesa complessiva di trazione, poichè qualunque riduzione del raggio o dello sviluppo della curva corrisponde ad un allungamento di cammino totale, ovvero ad un accrescimento di sforzo sulla linea retta.

Allorchè si aumenta il raggio delle curve sostenendo delle grandi spese, non si ha lo scopo soltanto di diminuire lo sforzo sulle linee rette, ma eziandio quello di ridurre lo sforzo resistente per unità della distanza percorsa in linea curva, di maniera che non oltrepassi determinati limiti nelle circostanze accidentali le più sfavorevoli, limiti al disopra dei quali le macchine soffrirebbero una fatica ed un consumo eccessivo.

In tal maniera nel tracciamento delle strade si diminuisce col mezzo dei circuiti la resistenza per unità di distanza percorsa. Soltanto è d'uopo di osservare che in quest'ultimo caso lo sforzo totale aumenta mentre diminuisce nel primo caso.

Abbiamo veduto che le resistenze che derivano dal passaggio delle curve, di cui si è reso conto colla precedente analisi, sono nella pratica considerevolmente diminuite per due disposizioni speciali del materiale, l'efficacia e l'importanza delle quali è constatata da una lunga esperienza; esse consistono nella forma conica dei quarti delle ruote e nell'inclinazione trasversale della rotaja.

L' inclinazione trasversale della ruotaja dà luogo ad una inclinazione simile del vagone; in questo caso il vagone tende ad avvicinarsi al centro della curva e l'effetto della forza centrifuga si trova eliminato in tutto od in parte. Si può toglierlo totalmente per una determinata velocità qualora si assegni alla guida esterna sulla guida interna, in ciascuna curva, un rialzo tale che le componenti della gravità e della forza centrifuga opposte seguendo la direzione dell'inclinazione trasversale della rotaja, siano esattamente eguali.

In tal caso si calcola il rialzo nel seguente modo: sia α l'angolo che forma coll' orizzonte una retta mn normale alla rotaja e che intersechi gli assi dei due filari di guide della curva esterna e di quella interna. Sia P il peso del vagone; P sen. α sarà la componente di ρ ed essa misurerà la forza centripeda. Sia F la forza centrifuga nel piano orizzontale, la componente opposta alla forza centrifuga sarà P cos. α. Perchè esista l'equilibrio si dovrà avere:

$$P \cos. \alpha = F \text{sen.} \alpha;$$

da cui

$$\frac{\text{sen.} \alpha}{\cos. \alpha} = \text{tang.} \alpha = \frac{F}{\rho}$$

Se si chiama x il rialzo ed a la semilarghezza della rotaja, si avrà eziandio:

$$\text{Tang.} \alpha = \frac{x}{2a};$$

da cui

$$\frac{x}{2a} = \frac{F}{\rho}$$

Ma se v è la velocità in metri per secondo, g la gravità e ρ il raggio della curva, si ha:

$$F = \frac{\rho v^2}{g \rho} = \frac{P v^2}{9,8088 \rho};$$

da cui

$$\frac{x}{2a} = \frac{v^2}{9,8088 \rho}$$

$$x = \frac{2 a v^2}{9,8088 \rho}.$$

Ed indicando con V la velocità in chilometri per ora, si ha:

$$V = 3,600\, v$$

$$V^2 = 12,960\, v^2$$

$$V^2 = \frac{V^2}{12,960};$$

Da cui $$x = \frac{2\,a\,V^2}{9,8088 \times 12,960\,\rho} = \frac{a\,V^2}{63,561024\,\rho}$$

Per ottenere questo rialzo, si deve aumentare la pendenza del rettilineo che precede la curva, di un millimetro per metro, ed in maniera che il filare esterno della guida in curva si trovi sollevato della quantità totale al principio di questa curva.

L'effetto di un tale rialzo a velocità minori di quella alla quale essa sarà stata applicata tenderà a spingere i veicoli sulla guida interna, ed a trasportarvi in tal modo una porzione dell' inconveniente della curvatura della strada; ma il pericolo di sviamento sarà almeno allontanato e la conicità delle ruote vi rimedierà d'altra parte in una data misura.

Non è d'uopo adunque temere, pel doppio interesse della facilità e della sicurezza della circolazione, di basare l' inclinazione trasversale della rotaja sulla maggiore delle velocità colla quale i treni dei viaggiatori potranno percorrere per ciascuna curva.

La rigidezza del piano comune delle ruote di ciascun veicolo, risultante dal paralellismo delle sale, obbliga d'altronde a lasciare un agio od eccesso di larghezza di rotaja fra i quarti delle ruote e gli orli interni delle guide che sia proporzionato alla distanza delle sale estreme, ed altrettanto maggiore quanto più il raggio delle curve sarà tracciato più piccolo.

L'Harding ha proposto una formola per calcolare le resistenze dei convogli rimorchiati, non compresa la macchina, sulle strade a ruotaja stretta. I risultati che vengono forniti sono troppo forti per le velocità moderate, ma convengono alle grandi velocità da 60 a 100 chilometri e pei treni che pesano da 20 a 100 tonnellate.

Essendo R la resistenza totale per tonnellata espressa in chilogrammi; V la velocità in chilometri per ora; N la sezione maggiore trasversale del treno; T il peso del treno espresso in tonnellate:
questa formola è:

$$R = 2^{\text{chil.}}72 + 0,094\,V + 0,00484\,\frac{N\,V^2}{T}$$

Il termine $2^{\text{chil.}}72$ è il coefficiente di attrito dei veicoli.

Il secondo termine esprime la resistenza dovuta agli urti ed alle vibrazioni che risultano dal passaggio sulle giunture delle guide e dai movimenti irregolari del treno. Il terzo termine rappresenta la resistenza dell'aria.

DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE ACCIDENTALI.

Fin qui non si è trattato che delle resistenze normali che si oppongono all'azione del motore supponendo l'atmosfera perfettamente tranquilla. Ma le cifre che abbiamo date sono specialmente modificate dalle resistenze acciden-

tali che possono essere sviluppate dall'azione dei venti in faccia, in coda o sul fianco del treno, che è necessario di calcolare. I signori Lardner e Morin hanno instituito a questo scopo delle esperienze, i cui risultati si riportano nelle seguenti tavole.

Il dottore Lardner ha cercato di rendere conto dell'effetto dei venti, slanciando dei vagoni sopra piani diversamente inclinati e determinando la loro velocità, allorquando essa diventa uniforme. Ecco alcune delle sue osservazioni:

INDICAZIONE DEI VENTI	PENDENZA	RESISTENZA	Velocità uniforme in chilometri per ora
Calma perfetta	0, 004	0, 004 $(P+p)$	30
Idem	0, 011	0, 011 $(P+p)$	54
Vento posteriore	0, 010	0, 010 $(P+p)$	54
Idem	0, 003	0, 003 $(P+p)$	30
Idem	0, 005	0, 005 $(P+p)$	38
Vento di fronte	0, 010	0, 010 $(P+p)$	45
Vento di fianco	0, 005	0, 005 $(P+p)$	27

Nel 1840 il Morin ha misurato direttamente, col mezzo di un dinamometro a molla, la resistenza di un convoglio di cinque vagoni che pesavano insieme tonnellate 26, 6, rimorchiati colla velocità da 18 a 25 chilometri all'ora. Queste esperienze si sono fatte sulla strada di San Germano, il cui tracciamento e profilo, sono poco accidentati. I risultati di tali esperienze risultano dal seguente prospetto:

INDICAZIONE DEI VENTI	Resistenza totale per tonnellata	Numero delle esperienze	Velocità in chilometri per ora
	chilog.		
Vento posteriore	5, 05	12	18 a 25
Vento di fronte	8, 20	10	Idem
Vento posteriore	3, 98		17
Vento obbliquo opposto al movimento, avente una velocità di circa tre metri per secondo	5, 52 10, 25	4	40

Osservando queste tavole si osserva che il vento di fronte, vale a dire quello che soffia in senso contrario del cammino del convoglio, non agendo

che su di una piccola superficie, produce minor effetto che il vento che soffia lateralmente. È a lamentarsi che il Lardner non abbia indicato, come ha fatto il Morin, la piccola velocità del vento nelle sue esperienze.

Alle suesposte notizie vi aggiungeremo eziandio una tavola di confronto delle resistenze a diverse velocità sulle strade ferrate, le strade ordinarie ed i canali.

CONFRONTO DELLA RESISTENZA SULLE DIVERSE VIE DI COMUNICAZIONE.

Strade ordinarie in buono stato	$\frac{1}{30}$	$= 0,033$
Strade in legname	$\frac{1}{70}$	$= 0,014$
Strade ferrate (velocità moderata 8 leghe all'ora) . .	$\frac{1}{200}$	$= 0,005$
Strade ferrate (grande velocità 15 leghe all'ora) . .	$\frac{1}{100}$	$= 0,010$
Canali di grande sezione coi battelli ordinarj ed una velocità mederata	$\frac{1}{1000}$	$= 0,001$
Canali di velocità doppia	$\frac{1}{250}$	$= 0,004$
Canali di velocità quadrupla	$\frac{1}{62}$	$= 0,016$
Canali di piccola sezione con battelli ordinarj e con una velocità moderata	$\frac{1}{600}$	$= 0,0017$
Canali di velocità doppia	$\frac{1}{150}$	$= 0,0066$
Canali di velocità quadrupla	$\frac{1}{37}$	$= 0,0305$

Abbiamo supposto che il trasporto si operi sui canali con battelli ordinarj e che la resistenza aumenti come i quadrati della velocità (*). Allorchè si usano dei battelli oblunghi, simili alle piroghe degli Indiani, battelli che si adoperano sopra alcuni canali della Scozia, la resistenza al di là della ve-

(*) Sui canali di piccola sezione, allorquando i battelli hanno una data lunghezza, la resistenza cresce come il cubo della velocità.

locità di 3 metri per secondo continua a crescere, ma seguendo una progressione indeterminata meno rapida di quella del quadrato. Questi battelli non sono impiegati che pel trasporto dei viaggiatori; e benchè i medesimi non provino nelle grandi velocità la stessa resistenza che i battelli ordinarj, ciò nullameno devono vincere una resistenza ancora enorme in confronto di quella che si oppone al motore sulle strade ferrate coll'identica velocità.

Secondo le cifre date dalla tavola sembrerebbe che il trasporto delle merci voluminose, per le quali non si esige generalmente una grande velocità, dovrebbe operarsi più vantaggiosamente coi canali che colle strade ferrate. Ciò sarebbe vero se venisse impiegato lo stesso motore sull'una e sull'altra specie delle vie di comunicazione, ma non si deve dimenticare che tutti gli esperimenti fatti fino a quest'oggi per applicare il vapore nella trazione sui canali non hanno dato alcun successo favorevole. Per la qual cosa la trazione sulle strade ferrate sovente è meno costosa anche per le piccole velocità, quantunque lo sforzo di trazione sia molto più grande; tuttavia questa condizione non è soddisfatta che nel caso che si ritragga il miglior partito possibile dalla macchina a vapore, facendo tradurre dalla medesima dei convogli o del tutto od in gran parte completi (*).

(*) Il trasporto a Milano delle merci che provengono dai laghi Maggiore e di Como, il quale attualmente si fa coi navigli Grande e della Martesana, non potrà certamente essere in seguito effettuato dalle strade ferrate, come da taluno venne supposto. Infatti la sola forza della corrente serve ora a tradurre le barche cariche, nè vi è altra spesa che quella di far rimorchiare le barche vuote da Milano ai laghi sunnominati. Per quanto adunque si abbassino le tariffe delle strade ferrate, avendo esse una spesa viva di gran lunga maggiore di quanto occorre pel trasporto coi navigli, non potranno giammai mettersi in concorrenza coi navigli stessi per tradurre le merci voluminose, quali sono le pietre, i legnami, la calce, il carbone, ecc.

CAPITOLO VI.

TEORIA DELLE LOCOMOTIVE.

Allorquando si tratta di determinare gli effetti che si possono ottenere da una macchina a vapore fissa, il problema da risolversi, in generale, è il seguente:

Quanti chilogrammetri questa macchina potrà fornire in determinate circostanze di distribuzione, se si suppone che si possa disporre di una quantità indefinita di vapore ad una data pressione?

Nelle macchine locomotive la quantità di vapore fornito è limitato; essa dipende essenzialmente dalla disposizione della caldaja e dalle circostanze del cammino. Ciò nullameno noi proveremo di indicare il metodo da seguirsi per risolvere il seguente problema:

Essendo dato un meccanismo composto di due cilindri colla relativa distribuzione degli apparati di presa del vapore e dello scappamento, quale sarà il carico che un tale apparato potrà rimorchiare ad una data velocità, se trovasi in comunicazione con un serbatojo che contenga del vapore ad una pressione determinata ed invariabile?

In seguito mostreremo come si modificano le condizioni del problema, allorchè si fa entrare nelle calcolazioni la quantità di vapore che la caldaja è capace di produrre in ciascun caso particolare.

Quando la velocità di un treno rimorchiato da una macchina locomotiva è diventata uniforme, vi è equilibrio tra la forza motrice e la resi-

stenza, od in altri termini, la forza sviluppata dal vapore motore, durante un determinato tempo, è eguale alla forza resistente opposta nello stesso spazio di tempo dal treno e dalla macchina.

Allorchè abbiamo studiate le questioni importanti dell' avanzo e del ricoprimento, abbiamo veduto che l'azione del vapore si divide in sei periodi bene distinti, cioé:

L'ammissione,
La tensione,
Lo scappamento anticipato,
Lo scappamento propriamente detto,
La compressione,
Il cammino a contro-vapore;

le quali si succedono nell'ordine suesposto durante un giro completo delle ruote motrici.

Ammissione. — Nel momento in cui lo stantuffo abbandona il fondo del cilindro la luce d'introduzione è già aperta di una data quantità. Nei primi istanti del cammino la velocità dello stantuffo è debole; essa va aumentando sino a che ha raggiunto circa il mezzo della corsa, poi diminuisce per ritornare nulla, allorquando arriva all'estremità del cilindro.

Ora a misura che lo stantuffo si move, il vapore che riempie il serbatojo ed i canali che lo conducono nel cilindro si precipita nello spazio che questo stantuffo lascia libero posteriormente a sè, e tale movimento non può aver luogo che in virtù di una differenza di pressione fra il vapore contenuto nel serbatojo e quello che riempie il cilindro. Col mezzo dell'esperienza si è riconosciuto che questa differenza di pressione necessaria per vincere le resistenze che il vapore prova movendosi nei condotti lunghi, tortuosi e che presentano delle variazioni brusche nella sezione, è altrettanto maggiore quanto più la velocità è considerevole. Se adunque la forma del condotto non varia durante l'intera corsa dello stantuffo, la pressione costante nel serbatojo sarà al massimo nel cilindro al principio ed alla fine, ed al minimo nel mezzo di questa corsa.

Ma nel mentre che lo stantuffo si move, la cassetta non rimane immobile. L'apertura per la quale il vapore passa dalla scatola a cassetta nella luce del cilindro, cambiando senza posa di grandezza, si può ammettere senza grave errore che per una distribuzione normale, essa cresce e decresce colla velocità dello stantuffo. Laonde la resistenza al movimento del vapore aumentando nei tubi di presa del vapore stesso e nei condotti del cilindro, diminuisce al passaggio delle luci; in tal maniera si stabilisce una specie di compensazione fra queste due cause di cambiamento di pressione nei cilindri e si può considerare questa pressione come costante durante tutto il tempo dell'ammissione, salvo a prendere una media.

Lo sforzo del vapore durante questo periodo è eguale al prodotto della pressione del vapore sullo stantuffo per la strada che percorre nel tempo dell'ammissione. Esso dipende adunque essenzialmente dalla pressione del vapore nel cilindro.

Il rapporto fra questa pressione e quella del vapore contenuto nella caldaja, varia col variare le seguenti circostanze, cioè:

1.° Dalla velocità media dello stantuffo, la quale dipende dalla velocità di traslazione del treno e dal rapporto fra il diametro delle ruote motrici e la corsa degli stantuffi;

2.° Dall'apertura più o meno grande del regolatore;

3.° Dalla forma più o meno tortuosa e dalle dimensioni del condotto e dei canali dei cilindri;

4.° Dalla corsa delle cassette;

5.° Dalla densità del vapore che cresce coll'aumentare della pressione e soprattutto colla quantità d'acqua ch' esso traduce meccanicamente.

La teoria del movimento dei fluidi compressibili è troppo poco avanzata perchè si possa calcolare l'influenza di ciascuna di queste cause di resistenza.

Se malgrado ciò si vuol sottoporre a calcolo questa parte di sforzo del vapore, sarà d'uopo aggiungere alla pressione dello stesso vapore nel serbatojo un coefficiente che sarà variabile colla velocità (*). Tale coefficiente si dedurrà colla esperienza di cui parleremo alla fine di questo capitolo, scegliendo per ciascun caso particolare quello che sembrerà il più prossimo alle circostanze.

La compensazione delle resistenze, di cui abbiamo parlato più sopra, non esiste più allorquando la distribuzione è regolata con molto avanzo e ricoprimento. In mancanza dei metodi certi per calcolare le variazioni di pressione si dovrà anche in questi casi ricorrere ad un mezzo esperimentale.

Tensione. — Lo sforzo dovuto alla tensione del vapore è facile a calcolarsi, allorquando si conosce la pressione al principio di questo periodo, ed il rapporto fra il volume iniziale ed il volume finale del vapore.

Se chiamasi con p la tensione sensibilmente costante del vapore durante l'ammissione, con p' il valore medio della pressione resistente assoluta posteriormente allo stantuffo, con l la corsa totale dello stantuffo, con d il suo diametro in centimetri, con l' la porzione della corsa, durante la quale ha luogo la tensione, lo sforzo motore nel tempo dell'ammissione sarà:

$$\frac{\pi d^2}{4} p (l - l')$$

Se chiamasi con λ la distanza dall'origine della corsa dello stantuffo ad una qualunque delle sue posizioni nel periodo della tensione, con q la tensione

(*) L'acqua trascinata dal vapore, non che i restringimenti e le sinuosità del condotto del vapore stesso, esercitano senza dubbio una grande influenza; ma siccome non si ha alcun dato per calcolarla, non si può prenderla in considerazione e perciò si trascura. Per questo motivo consigliamo di tener conto della velocità media dello stantuffo nel valutare la pressione del vapore nel cilindro.

corrispondente del vapore, lo sforzo motore elementare durante la tensione sarà:

$$\frac{\pi\, d^2}{4}\, q\, d\, \lambda$$

e lo sforzo totale durante la tensione:

$$\frac{\pi\, d^2}{4} \int_{l-l}^{l} q\, d\, \lambda$$

ovvero q essendo eguale a $p \dfrac{l - l'}{\lambda}$,

$$\frac{\pi\, d^2}{4}\, p\, (l - l') \int_{l-l}^{l} \frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{\pi d^2}{4}\, p\, (l - l')\, \frac{1}{\log.\, e} \log. \frac{l}{l - l'}$$

Si avrà dunque per l'espressione dello sforzo motore del vapore durante l'oscillazione semplice dello stantuffo o durante una mezza rivoluzione delle ruote motrici:

$$\frac{\pi\, d^2}{4}\, p\, (l - l') \left(1 + 2,303 \log. \frac{l}{l - l'}\right)$$

e per quella dello sforzo utile, essendo lo sforzo resistente $\dfrac{\pi\, d^2}{4}\, p'\, l$

$$\frac{\pi\, d^2}{4} \left\{ p\, (l - l') \left(1 + 2,303 \log. \frac{l}{l - l'}\right) - p'\, l \right\}$$

I valori del termine $1 + 2,303 \log. \dfrac{l}{l - l'}$ che sono:

$$1,357 - 1,916 \text{ e } 3,303$$

per $\quad l = 0,3.\, l \qquad 0,6.\, l \qquad 0,9.\, l$

mostrano l'importanza della tensione per l'economia del vapore e del combustibile in una data macchina, ovvero per l'aumento della sua potenza senza modificare la condizione di vaporizzazione.

Scappamento anticipato. — Dal momento che il labbro interno della cassetta scopre la luce del cilindro, il vapore imprigionato nel cilindro medesimo è posto in comunicazione coll'atmosfera, e quindi sfugge. La sua pressione diminuisce rapidamente sino a che essa diventa eguale a quella

dell'atmosfera, accresciuta di quanto è necessario per poter vincere le resistenze che esso prova circolando nel canale del cilindro, nella cavità della cassetta e nel tubo di scappamento. Queste resistenze, che sono analoghe a quelle che abbiamo indicato per l'ammissione, dipendono dai medesimi elementi, ad eccezione che in questo caso in luogo dell'apertura del regolatore viene sostituita quella del tubo di scappamento.

La pressione al principio di un tale periodo dipende essenzialmente dalla durata dell'ammissione e da quella della tensione. Questa pressione è altrettanto più grande, quanto più è considerevole la quantità di vapore ammesso e minore la durata dell'espansione.

Nell'egual modo dell'ammissione è d'uopo ricorrere a delle esperienze conosciute per calcolare lo sforzo esercitato dal vapore sullo stantuffo.

Scappamento propriamente detto. — Durante la corsa retrograda dello stantuffo il vapore, che sino allora aveva esercitato uno sforzo motore sullo stantuffo, costituisce una resistenza al suo cammino.

Il vapore che riempie il cilindro all'istante in cui lo stantuffo raggiunge l'estremo della sua corsa, continua a sfuggire fino a che il labbro interno della cassetta va ad incontrare quello della luce.

Lo sforzo resistente creato dal vapore dipende dalla sua pressione; questa varia eziandio colla velocità dello stantuffo, colla forma e colle dimensioni dei condotti, coll'apertura del tubo e colla quantità d'acqua trascinata.

Per calcolare questo sforzo è d'uopo adunque adottare una pressione media dedotta dalle esperienze, come abbiamo già indicato per l'ammissione e per lo scappamento anticipato.

Lo sforzo resistente dovuto alla pressione del vapore si potrà calcolare nell'egual modo della sua tensione allorquando si conoscerà la pressione al principio di un tale periodo ed il suo volume iniziale e finale. Infatti se si comincia a comprimere un dato volume di gaz per restituirlo in seguito al volume iniziale, lo sforzo che sarà d'uopo di esercitare sopra questo gaz per comprimerlo sarà esattamente eguale a quello che esso sarebbe capace di produrre svincolandolo.

È utile di osservare che la compressione, benchè aumenti lo sforzo resistente che prova lo stantuffo, può essere utile entro limiti determinati.

Infatti se tutto il vapore contenuto nel cilindro sfugge, il consumo del vapore sarebbe eguale, per ciascun colpo di stantuffo, al volume prodotto dallo stantuffo aumentato del volume necessario per riempire gli spazj nocevoli; la pressione essendo quella che ha il vapore all'istante in cui cessa l'ammissione. La quantità di vapore trattenuta dalla compressione deve essere evidentemente sottratta da questo consumo.

Lo sforzo a contro-vapore si calcolerà come quello dell'ammissione adottando una pressione media che si ricaverà coll'esperienza e col moltiplicare

lo sforzo sostenuto dallo stantuffo per la strada che avrà percorsa durante un tale periodo.

Lo sforzo totale sostenuto dalla superficie di uno degli stantuffi, durante un giro di ruota, è eguale alla somma dei tre primi sforzi diminuito della somma dei tre ultimi. Lo sforzo totale esercitato sui due stantuffi è eguale a quattro volte questa differenza. Il valore in chilogrammi dello sforzo di trazione si otterrà dividendo lo stesso sforzo, espresso in chilogrammetri, per la circonferenza delle ruote motrici espressa in metri.

Lo sforzo del vapore viene impiegato a vincere le resistenze, le quali si possono classificare nel seguente modo:

1.° La resistenza del convoglio rimorchiato;

2.° La resistenza che prova la macchina a moversi sulle guide se si considera come un semplice veicolo, vale a dire lo sforzo che è d'uopo di esercitare sulla stessa macchina per rimorchiarla con una data velocità, quando fossero previamente levate le aste snodate, le pompe e gli eccentrici;

3.° L'attrito dei pezzi del meccanismo provenienti dal peso di questi pezzi e dal chiudimento delle guarniture;

4.° L'attrito addizionale che risulta dall'azione del vapore sulle cassette e sugli stantuffi.

Precedentemente abbiamo veduto come si calcola lo sforzo che si deve esercitare su di un treno per conservargli la sua velocità; non abbiamo adunque che di richiamare quanto in proposito abbiamo detto.

Conoscendo il carico che porta ciascun fuso di una sala, si ricaverà l'attrito degli stessi fusi; poi si determinerà lo sforzo che agendo al contorno delle ruote farà equilibrio a questo attrito.

Si calcolerà pure l' attrito di rotazione delle ruote e la resistenza dell'aria, come l'abbiamo indicato pei vagoni; la somma di queste tre quantità sarà lo sforzo necessario da vincersi per conservare alla macchina una data velocità.

L'esperienza sola può indicare il valore di questa seconda parte della resistenza di una macchina.

Il De Pambour, di cui abbiamo già citato le esperienze relative ai vagoni e che ha fatto egualmente delle ricerche numerose sull'effetto delle locomotive, lo ha determinato con tre mezzi diversi.

Facendo camminare la macchina sola o col suo tender ad una limitata velocità e colla pressione la più piccola che si poteva per mantenere il suo movimento, egli ha supposto che la pressione del vapore nei cilindri fosse il medesimo che nella caldaja ed ha determinato in tal maniera lo sforzo esercitato da questo vapore.

Sottraendo da questo sforzo la resistenza della macchina e del suo tender, considerati come veicoli, e quella che è dovuta alla pressione del vapore nel

cilindro, egli ha trovato che il meccanismo produceva una resistenza addizionale di circa 30 chilogrammi per le macchine a ruote accoppiate.

Egli ha determinato egualmente lo sforzo totale necessario per conservare un movimento assai lento alla macchina facendola tirare coll'intermediario di un dinamometro a molla. I risultati di questa seconda esperienza furono conformi a quelli della prima.

Infine egli ha abbandonato delle macchine isolate all'azione del loro peso sopra dei piani inclinati. Col mezzo del calcolo ha dedotto il valore della resistenza della macchina dagli spazj percorsi in un dato tempo. Queste ultime esperienze fornirono i seguenti valori per le resistenze dipendenti dal meccanismo.

Macchine non accoppiate. .	Chilog.	16 —
Simili accoppiate	»	19.50

Il Pambour per un medio ha adottato le seguenti cifre.

Macchine non accoppiate . .	Chilog.	22 —
Simili accoppiate	»	27 —

Dacchè il vapore è ammesso nei cilindri, esso esercita sulle cassette e sugli stantuffi degli sforzi che si trasformano in attriti delle cassette, degli eccentrici, degli strisciatori, delle aste snodate, e della sala motrice. Questi attriti essendo proporzionali alle pressioni da cui sono causati, lo saranno alla pressione media del vapore nei cilindri e per conseguenza alla resistenza totale del treno alla quale fa equilibrio questa pressione. Si può ammettere adunque che l'azione del vapore aumenta la resistenza totale da vincersi di una data frazione, che il Pambour ha valutato a 0, 137 per le macchine non accoppiate ed a 0, 215 per le macchine accoppiate.

Le esperienze del Pambour ebbero luogo sopra macchine meno potenti di quelle che si impiegano in giornata; le cifre ch'egli ha trovate non potrebbero adunque applicarsi ai motori attuali.

Tutti gli elementi degli sforzi motori e resistenti sono pertanto funzioni della velocità e del carico, e da ciò si comprende che si potrebbe giungere a calcolarli.

Eguagliando lo sforzo di trazione medio alla somma delle resistenze, si otterrà un' equazione nella quale le sole variabili saranno la massa da moversi e la velocità. Col mezzo di questa equazione si risolveranno facilmente le due seguenti equazioni per ciascuna apertura del regolatore e del tubo di scappamento, e per ciascun grado di tensione.

Qual carico, compreso il meccanismo motore, potrebbe esso rimorchiare con una determinata velocità, se si può disporre di una quantità di vapore indefinita ad una data pressione?

Con quale velocità questo meccanismo rimorchierebbe un dato carico nelle condizioni superiormente indicate?

Ma le caldaje delle locomotive producono assai di rado una quantità di vapore tale che per tutti i gradi di tensione e di apertura del regolatore e per tutte le velocità il vapore fornito dalla caldaja possa sostituire quello che sarebbe consumato nei cilindri.

In generale se si espande poco e se il regolatore è interamente aperto, il peso del vapore prodotto sarà minore di quello che passerà nei cilindri.

Il volume del vapore che viene impiegato nei cilindri per ogni giro di ruota è costante, ma il suo peso è proporzionale alla pressione. Con un dato peso di vapore si potrà dunque avere un numero di giri delle ruote altrettanto maggiore quanto più sarà debole la pressione di questo vapore nei cilindri; ma siccome lo sforzo di trazione esercitato dalla macchina dipende essenzialmente da una tale pressione, si comprende facilmente che questo sforzo di trazione deve essere limitato dal peso del vapore fornito dalla caldaja.

Allorquando è alterato l'equilibrio fra la produzione ed il consumo, l'equilibrio stesso può essere ristabilito in due modi, cioè: 1.° spontaneamente mediante un abbassamento di pressione nella caldaja che ne determini uno analogo nei cilindri; 2.° chiudendo parzialmente il regolatore, ciò che aumenta la differenza di pressione fra la caldaja ed i cilindri (*).

Realmente il problema dell'effetto di una macchina locomotiva non può essere risolto qualora non si abbia previamente determinata *la quantità massima di vapore che questa macchina può produrre ad una data velocità e nelle condizioni di distribuzione determinate.*

La produzione del vapore dipende da due elementi distinti, cioè:

1.° Dalla quantità di calore che si può trasmettere alle superficie di riscaldamento.

2.° Dalla quantità di combustibile che questa macchina può abbruciare interamente in un dato tempo e nelle condizioni considerate.

Abbiamo veduto che la superficie di riscaldamento delle macchine locomotive si suddivide in due parti:

La superficie del focolajo;

La superficie dei tubi.

La superficie interna del focolajo riceve direttamente il calore irradiato dal combustibile; per tal maniera la sua temperatura è molto alta e la trasmis-

(*) Si deve sempre dare la preferenza al chiudimento del regolatore inquantochè può accadere di dover vincere delle resistenze accidentali le quali esigano *momentaneamente* un accrescimento nello sforzo di trazione; accrescimento che non si potrebbe ottenere quando il regolatore fosse interamente aperto. Se la macchina è a tensione variabile, è d'uopo dare al regolatore la sua apertura massima e regolare la velocità espandendo più o meno.

sione del calore attraverso alle pareti, che è proporzionale alla differenza di temperatura delle due superficie, è molto considerevole.

Viceversa i tubi si trovano al coperto dall'irradiazione del combustibile; nella parte vicina al focolajo essi sono percorsi dalle fiamme e nella parte posteriore dai gaz riscaldati che sono prodotti dalla combustione. La temperatura della superficie dei tubi è eminentemente variabile per uno stesso tubo da un punto all'altro della sua lunghezza, e ciò per tutti i tubi, trovandosi in attività la combustione.

Ma la loro superficie esterna è in contatto coll'acqua della caldaja, la cui temperatura è sensibilmente costante; la quantità di calore trasmesso da ciascuna unità di superficie interna dei tubi sarà adunque maggiore in vicinanza al focolajo che presso la camera del fumo.

Dietro le esperienze instituite già da qualche tempo si ammette per un medio che ciascun metro quadrato di superficie del focolajo equivale a 3 metri quadrati della superficie dei tubi.

In alcune macchine i tubi sono lunghi e poco numerosi, in altre essi sono più corti ma in maggior numero.

Nel secondo caso la temperatura media del gaz che gli attraversa, sarà, a circostanze eguali, più alta che nel primo; la quantità di vapore prodotto dall'unità di superficie sarà minore pei tubi di una grande lunghezza che per quelli corti.

In compenso questi ultimi raffredderanno meno il fumo che i primi e risulteranno inferiori anche in riguardo all'utilizzazione completa del combustibile.

Il rapporto che abbiamo indicato non ha però nulla di assoluto; ed è anche probabile che essendosi determinato sopra delle macchine i cui tubi erano più corti di quelli che si impiegano in giornata, sarebbe in ogni caso troppo vantaggioso alla superficie tubulare.

La quantità di vapore prodotto in un dato tempo è limitata essenzialmente alla quantità del combustibile che viene abbruciato nello stesso periodo di tempo, la quale è proporzionale alla quantità d'aria che avrà attraversato il combustibile, ed in altri termini all'*aspirazione*.

Un chilogrammo di coke che assorba 1, 3 chilogrammi d'ossigeno si trasforma in ossido di carbonio e produce 1200 unità di calore. Se si combina con chilogr. 2, 6 d'ossigeno, si trasformerà in acido carbonico e produrrà 6000 unità di calore.

La trasformazione dell'ossido di carbonio in acido carbonico esige adunque la medesima quantità d'ossigeno che la trasformazione del carbonio in ossido di carbonio e produce una quantità di calore quadrupla.

Laonde è evidente che sarà d'uopo di abbruciare sempre interamente il combustibile (vale a dire trasformarlo in acido carbonico), sia per ridurre

la consumazione al minimo, sia per giungere con una data aspirazione alla maggiore produzione di vapore possibile.

Tutti i ragionamenti partono dall'ipotesi che la disposizione del coke sul graticcio sia sempre regolata in modo da produrre questa combustione completa.

Si riconobbe che 1 chilogrammo di coke esige, per essere interamente abbruciato, 15 metri cubici d'aria.

Basterebbe adunque dividere per 15 il numero di metri cubici d'aria che attraversano il focolajo durante un secondo per determinare il numero dei chilogrammi di coke abbruciato durante lo stesso tempo.

Qualunque sia l'attività dell' aspirazione, la superficie di riscaldamento di una data locomotiva non cambierà punto.

Se questa macchina abbrucia una limitata quantità di combustibile, i prodotti della combustione attraverseranno lentamente i tubi, e si raffredderanno in un modo incompleto; se la combustione è molto attiva, il raffreddamento del fumo sarà imperfetto. Nel primo caso un chilogrammo di coke produrrà più vapore che nel secondo, e dobbiamo ammettere:

Che per una data macchina la quantità di vapore prodotto da un chilogrammo di coke varierà colla quantità di questo combustibile che sarà abbruciato nell'unità di tempo e che una tale variazione seguirà una legge che si potrà determinare coll'esperienza.

La quantità di coke abbruciato essendo proporzionale all'esperienza, non resta che di esaminare quali sono gli elementi che influiscono sulla stessa aspirazione.

L'aria calda che esce dal camino ed il getto di vapore che è slanciato in questo camino producono un vuoto parziale nella camera del fumo, od in altri termini una differenza di pressione fra la detta camera del fumo e l'atmosfera.

Tale differenza di pressione è necessaria per vincere le resistenze che l'aria prova a moversi, resistenze che si manifestano specialmente nel suo passaggio attraverso il combustibile ed attraverso ai tubi.

Queste resistenze crescono rapidamente colla velocità dell' aria e colla lunghezza del suo cammino; è adunque evidente che esse saranno tanto più grandi, quanto più lo strato di combustibile che copre il graticcio sarà alto, e quanto i tubi saranno più lunghi, di un diametro più piccolo e meno numerosi.

Si può considerare l' aspirazione dovuta al camino come costante; in tutte le circostanze, essa dipende dall'altezza e dal diametro di questo camino, come pure dalla temperatura media del gaz che lo percorre. Durante la corsa è poco importante il confrontarlo a quello che è dovuto al getto del vapore.

Il getto di vapore slanciato nel camino produce un richiamo d'aria assai attivo, ma eminentemente variabile.

Per una medesima macchina questo richiamo cresce col numero dei colpi di stantuffo, e per conseguenza colla velocità e colla pressione media del vapore che sfugge all'istante in cui penetra nel camino.

Abbiamo veduto precedentemente come questa pressione varia:

Colla pressione nella caldaja,
Colla durata dell'ammissione,
Coll'apertura del regolatore,
Colla durata della tensione,
Coll'apertura del tubo di scappamento.

Essa è adunque intimamente collegata colle resistenze da rimoversi; si sa infatti:

Che l'aspirazione dovuta allo scappamento è tanto più grande quanto più sono considerevoli la velocità e lo sforzo di trazione (1).

Se adunque possiamo esprimere nel linguaggio matematico la legge che regola questa influenza, avremo il seguente problema:

Quale sarà la velocità di una data locomotiva su di una porzione di strada di cui è conosciuta la curvatura e la pendenza, rimorchiando un treno determinato, essendo egualmente determinati l' apertura del regolatore ed il grado di tensione?

Qui l'incognita sarebbe la velocità. Dopo di aver calcolata la velocità che avrebbe la macchina se la produzione del vapore fosse indefinita, si determinerà il peso del vapore impiegato, il quale verrà dedotto dalle circostanze della distribuzione e della pressione del vapore alla fine del periodo dell'ammissione.

Poi si calcolerà, come abbiamo detto, la quantità di vapore prodotto nelle circostanze determinate.

Tale quantità di vapore può essere eguale, superiore od inferiore al consumo trovato più sopra.

Se essa è eguale, la velocità trovata non solo sarà possibile, ma eziandio si avrà quella dalla quale si ricaverà il miglior partito dalla macchina pel grado di tensione considerato.

(1) Laonde allorquando una macchina supera una pendenza la sua velocità diminuisce, ma lo sforzo di trazione aumenta, come pure la pressione del vapore allo scappamento, mentre la produzione del vapore non viene alterata sensibilmente.

Viceversa allorquando questa macchina discende una pendenza molto lunga, il movimento si accelera; ma si avrà sempre la prudenza di moderare tale velocità chiudendo più o meno il regolatore ed espandendo molto; la pressione allo scappamento diminuirà colla resistenza da rimoversi, ed accadrà frequentemente che questa pressione sarà insufficiente per conservare l'attività necessaria alla combustione. Così si vede in generale che la pressione nella caldaja si abbassa tostamente dopo la discesa di una pendenza molto forte e lunga e si giunge tutto ad un tratto ad una porzione di strada ove le resistenze sono molto considerevoli.

Se la tensione è superiore al consumo, ne risulterà una perdita di vapore dalle valvole di sicurezza: la soluzione sarebbe tuttavia possibile, ma cesserebbe di essere vantaggiosa.

Sarà d'uopo rinnovare le calcolazioni aumentando progressivamente l'apertura di scappamento, ovvero, se questa è di già aperta al massimo, quella del regolatore; e si otterrà nell'uno e nell'altro caso una velocità superiore a quella ottenuta dapprincipio.

Se infine il consumo eccede la produzione, la pressione nella caldaja si abbasserà: la velocità trovata non potrebbe adunque mantenersi: per conservare il medesimo grado di tensione e ricavare dalla macchina un buon partito sarà d'uopo chiudere lo scappamento o diminuire l'apertura del regolatore.

Vi è un ultimo elemento di cui si deve tener conto nelle calcolazioni di questo genere. Se lo sforzo di trazione calcolato, come abbiamo veduto, è più considerevole che l'attrito di strisciamento delle ruote motrici, la macchina girando sul posto, *sdrucciolerebbe* (patinerait). Questo attrito di strisciamento varia da $^1/_3$ ad $^1/_{10}$ della pressione che esercitano le ruote motrici sulle guide, secondo che tali guide sono asciutte o ingrassate; per un medio si ammette $^1/_6$. Lo *sforzo di trazione dovrà adunque essere minore della sesta parte del peso sostenuto dalle ruote motrici.*

Da tutto ciò che si è detto si scorge come sia difficile di sottoporre a calcolo i problemi relativi allo sforzo delle macchine locomotive.

In un'epoca in cui queste macchine erano ben lontano dall'avere raggiunto il grado di perfezione al quale sono arrivate in giornata, il sig. de Pambour pubblicava un lavoro molto interessante sull'argomento di cui ci occupiamo. Le esperienze che hanno servito di base alle calcolazioni di questo dotto, datano dal 1834 e 1835; esse si sono fatte sopra macchine che servivano in quel tempo la linea da Liverpool a Manchester.

In tali macchine la distribuzione del vapore si operava col mezzo di eccentrici collegati, l'avanzo era trascurabile e l'apertura di scappamento non variava punto.

Il De Pambour non poteva adunque occuparsi degli effetti della tensione, della compressione e dello scappamento variabile; tolte queste complicazioni, potè stabilire delle formole molto semplici che rappresentano approssimativamente i fatti osservati.

Dopo la pubblicazione degli studj del signor de Pambour le macchine locomotive hanno subito delle modificazioni tali, che le sue formole non sono più suscettibili di una pratica applicazione; epperò ci asterremo dal farle conoscere.

Recentemente il Lechatelier, ingegnere delle miniere in Francia, in una delle adunanze della Società degli ingegneri civili ha proposto un dato

numero di regole pratiche per determinare le dimensioni delle parti principali delle macchine locomotive. Queste regole si sono ricavate dal confronto di un gran numero delle migliori macchine inglesi e francesi e dalle esperienze più recenti instituite sulle macchine dai signori Gouin e Lechatelier nel 1844, da Gooch nel 1847 e da Bertera nel 1850.

Avanti di esporre le regole proposte dal Lechatelier crediamo opportuno di dover analizzare succintamente i risultati di tali esperienze, i cui particolari più interessanti sono pubblicati nella *Guida del meccanico conduttore e costruttore delle locomotive* dei signori Lechatelier, Flachat, Petiet e Polonceau.

La pressione del vapore nei cilindri essendo assai diversa e variabile nella maggior parte dei casi, e molto più di quella della caldaja, era d'uopo di determinare direttamente questa pressione nelle diverse circostanze della macchina. A tal effetto gli esperimentatori hanno tracciato col mezzo dell'indicatore di Watt un gran numero di diagrammi (*).

Le esperienze dei signori Gouin e Lechatelier si sono fatte sulla macchina la *Gironda* a tensione costante ottenuta coll'avanzo e ricoprimento. Quelle del signor Gooch sulla *Great-Britain*, macchina di una grande velocità sulla strada a larga rotaja da Londra a Bristol. Questa macchina, in quanto alle sue disposizioni, si avvicina molto al tipo di Sharp Roberts; la distribuzione veniva effettuata con una culisse Stephenson. Il signor Bertera ha operato su di una macchina dei viaggiatori a tubi lunghi e col focolajo piccolo di Stephenson e su di una macchina per le merci a due ruote accoppiate costrutta dal Polonceau. Quest'ultima macchina era rimarchevole specialmente per la sua distribuzione a culisse, che lasciava luogo ad una tensione molto prolungata.

Tali perdite di pressione sono dipendenti da diverse cause, come già abbiamo veduto precedentemente. Quelle che risultano dalla maggiore o minore

(*) L'indicatore di Watt si compone di un cilindro di piccolo diametro, nel quale si move uno stantuffo metallico molto esatto ma nello stesso tempo assai liberamente. L'una delle superficie di questo stantuffo è premuta da una piccola molla a spirale che si accorcia di quantità proporzionali alle pressioni che riceve l'altra superficie dello stantuffo. Quest'ultima superficie è sottoposta all'azione del vapore di cui si vuol misurare la tensione; a tal effetto il cilindro dell'indicatore può essere messo in comunicazione col cilindro della macchina, colla scatola a cassetta, colla caldaja e coll'atmosfera, e ciò col mezzo di tubi e di robinetti. L'indicatore è assicurato orizzontalmente sul tavolato della macchina, e perpendicolarmente al grande asse della stessa macchina; l'asse dello stantuffo è munito di un porta-lapis articolato. La carta sulla quale la matita deve tracciare le curve che rappresentano il sistema d'azione del vapore è incollata su di una tavoletta, assicurata mediante una robusta barra di ferro al calcio dello stantuffo. In tal maniera il foglio di carta eseguisce il medesimo movimento dello stantuffo. Allorquando l'indicatore è messo in comunicazione coll'atmosfera, la matita non si move punto, ed il tracciamento sulla carta è per conseguenza una linea retta. Ma se il vapore agisce sullo stantuffo dell'indicatore, la matita si sposta di una quantità proporzionale alla pressione di questo vapore e traccia una curva le cui ascisse rappresentano le posizioni dello stantuffo, e le ordinate, le pressioni corrispondenti del vapore. Queste curve si chiamano *diagrammi*.

ampiezza dell'apertura del regolatore sono state studiate dal Gouin e Lechatelier sulla macchina la *Gironda*. Per questa macchina camminando alla velocità media di 45 chilometri all'ora, il livello dell'acqua nella caldaja si conservava molto alto, ed il rapporto fra le pressioni assolute ed il vapore nelle scatole a cassetta e nella caldaja era:

Per un'apertura del regolatore		di 15	centim.	quadr. di	0, 64
»	»	di 25	»	»	0, 80
»	»	di 35	»	»	0, 90
»	»	di 55	»	»	0, 951

Oltre i 55 centimetri quadrati il rapporto cessava di crescere.

In quest' ultima macchina la tensione fissa era ottenuta con un avanzo angolare di 38° e con un ricoprimento esterno di $0^m 030$; le luci si scoprivano sempre interamente. Laonde la differenza di pressione fra la scatola a cassetta ed i cilindri era assai debole. Il medio di 22 esperienze instituite a velocità che di poco differivano di 47 chilometri all'ora, conservandosi il livello molto alto nella caldaja, diede 0,908 per il rapporto fra le pressioni assolute nei cilindri e nelle scatole a cassette.

Trovandosi aperto il regolatore di 55 centimetri quadrati, si aveva adunque per il rapporto fra la pressione nei cilindri e nella caldaja:

$$0,951 \times 0,908 = 0,863$$

La perdita totale sarebbe di 0,137, di cui $^1/_3$ per il passaggio dal regolatore, $^2/_3$ per quello dalle luci.

In una esperienza nella quale l'acqua trascinata dal vapore era in gran copia, poichè usciva in abbondanza dal camino, la perdita totale fu di 0,38.

Viceversa col vapore molto asciutto, essa non fu che di 0, 09 a 0, 10.

Per la qual cosa secondo che la quantità d'acqua tradotta è stata più o meno grande, la perdita di pressione fra la caldaja ed i cilindri variò da 0, 38 a 0, 09 della pressione assoluta del vapore nella caldaja.

Questo esempio dimostra bastantemente l'utilità delle disposizioni che si oppongono a lasciar tradurre l'acqua dal vapore.

Allorquando le macchine sono munite dell'apparato di tensione che abbiamo descritto sotto il nome di culisse di Stephenson, la differenza di pressione fra la scatola a cassetta ed il cilindro cresce rapidamente, a misura che si aumenta l'espansione. Questo dipende da ciò, che per le forti tensioni la cassetta non discopre più le luci che di alcuni millimetri. Le esperienze del signor Bertera forniscono a questo riguardo delle considerazioni preziose che si riportano nella seguente Tavola, desunta dalla *Guida del meccanico*.

NUMERO dei diagrammi tracciati	TENSIONE			VELOCITÀ MEDIA in chilometri all'ora	PRESSIONI ASSOLUTE in Chilogrammi per centimetro quadrato				
	Tacca di tensione	Ammissione in centesimi della corsa	Apertura massima delle luci		*a*) caldaja	*b*) scatole delle cassette	*c*) cilindri	Rapporti $\frac{c}{a}$	Rapporti $\frac{c}{b}$
Macchine delle Merci N. 154 (Polonceau)									
			metri						
3	9	17	0, 005	26, 6	6, 21	5, 86	3, 22	0, 52	0, 59
16	8	23	0, 006	25, 2	5, 98	5, 23	3, 37	0, 56	0, 64
6	7	30	0, 007	31, 4	5, 94	5, 38	3, 92	0, 66	0, 73
Macchine dei viaggiatori N. 62 (Stephenson)									
24	8	0, 34	0, 009	40, 6	6, 80	6, 10	3, 40	0, 50	0, 56
4	7	0, 43	0, 011	42, 4	6, 87	5, 84	3, 17	0, 46	0, 54

Contropressione del vapore durante la corsa retrograda dello stantuffo. — I risultati più saglienti delle esperienze instituite a tale riguardo sono comprese nella seguente tavola, che egualmente ricaviamo dalla *Guida del meccanico*.

NUMERO dei diagrammi ricavati	AMMISSIONE in centesimi della corsa	COMPRESSIONE in centesimi della corsa	APERTURA massima delle luci		VELOCITA' MEDIA in chilometri all'ora	PRESSIONI ASSOLUTE in chilogrammi per centimetro quadrato				RAPPORTO delle medie	OSSERVAZIONI
			Ammissione	Scappamento		Minima durante l'ammissione	Massima durante lo scappamento	Media Motrice	Media Resistente		
Macchina a tensione fissa (la Gironda)											Esperienza dei signori Gouin e Lechatelier.
									m.	m.	
50	0,67	0,22	0,030	0,030	41,44	4,27	1,70	4,11	2,06	0,50	Ricoprimento interno $0^{m}020$
13	0,67	0,11	0,030	0,030	54,62	»	»	4,94	2,34	0,57	idem $0^{m}005$
Macchina Great-Britain (rotaja larga)											Esperienze del signor Gooch.
29	»	»	»	»	32,08	3,02	1,03	2,59	1,20	0,46	Non si sono dati gli elementi della distribuzione.
18	»	»	»	»	69,19	5,27	1,33	4,15	1,60	0,39	
19	»	»	»	»	93,66	6,49	1,83	5,19	2,12	0,40	
Macchina per le merci N. 154 (Polonceau)											Esperienze del signor Bertera (strada d'Orleans).
3	0,17	0,50	0,005	0,025	26,6	3,22	1,20	2,14	1,48	0,69	
13	0,23	0,40	0,006	0,026	25,5	3,38	1,30	2,36	1,59	0,67	
6	0,30	0,35	0,007	0,027	21,4	3,92	1,35	2,90	1,63	0,56	
medie	»	»	»	»	24,5	3,51	1,30	2,48	1,58	0,64	
Macchina pei viaggiatori N. 62 (Stephenson)											Esperienze del signor Bertera.
21	0,34	0,25	0,009	·	40,9	3,32	1,71	2,95	1,89	0,64	
4	0,43	0,16	0,011	·	42,4	3,17	1,70	2,98	1,94	0,65	
medie	»	»	»	»	41,1	3,29	1,71	2,95	1,90	0,64	

Le pressioni medie, motrice e resistente, si sono ottenute dividendo gli sforzi motore e resistente per la corsa dello stantuffo. Questi sforzi si po-

terono misurare con molta esattezza sui diagrammi. La pressione motrice media tiene calcolo dell'ammissione, della tensione e dello scappamento anticipato, la pressione resistente media dello scappamento, della compressione e della corsa a contro vapore.

Se ora confrontiamo i risultati esposti nelle due ultime tavole in modo di far uscire l' influenza del sistema di distribuzione, otterremo le seguenti cifre:

PRESSIONI IN CHILOGRAMMI per centimetro quadrato	MACCHINA	
	Polonceau N. 154	La Gironda
Nella caldaja	5, 98	6
Nelle scatole a cassette	5, 23	»
Nei cilindri durante l'ammissione	3, 37	»
Media motrice	2, 36	5, 23
Media effettiva	0, 77	2, 61
Rapporto della media effettiva alla pressione nella caldaja	13 per 100	43 per 100

Questa tavola fa conoscere che per le macchine munite della culisse Stephenson la pressione nella caldaja deve essere possibilmente elevata, e le dimensioni dei cilindri considerevoli, affinchè esse camminino nelle condizioni più vantaggiose.

Effetto dello scappamento variabile. — Diminuendo la sezione dell'orificio del tubo di scappamento si aumenta la contropressione, ma non si hanno dati esperimentali precisi che permettano di poter misurare l'effetto prodotto.

In quanto al grado del vuoto prodotto nel focolajo e nella camera del fumo, dalle esperienze fatte alla strada d'Orleans su di una macchina Stephenson con un focolajo piccolo e con tubi molto lunghi, risulta:

1.° Che il vuoto che esiste nel focolajo è per un medio eguale a 0,55 del vuoto constatato nella camera del fumo. La resistenza che prova l'aria attraversando il graticcio ed il combustibile starà adunque a quella che prova attraversando i tubi nel rapporto da 55 a 45.

2.° Che restando le medesime tutte le altre condizioni, il vuoto sarebbe rappresentato dai numeri 1; 1, 5; 3, secondo che lo scappamento sarà interamente aperto o metà aperto, oppure chiuso.

3.° Che il vuoto misurato col mezzo di un manometro ad acqua nella camera del fumo è:

Al massimo di 0^m 208, essendo chiuso interamente lo scappamento e l'ammissione facendosi durante i 0,34 della corsa.

Tutte queste esperienze si sono fatte con velocità che variavano da 40 a 50 chilometri all'ora e con dei treni leggeri.

Ci dispensiamo del resto dall' esporre qui gli altri risultati di tali esperienze, che sono indicati nella *Guida del meccanico.*

Alla strada ferrata del Nord in Francia si sono fatte altre esperienze analoghe a delle velocità da 55 a 60 chilometri e con dei treni più pesanti; esse hanno dato 0, 67 per il rapporto fra il vuoto del focolajo e quello della camera del fumo.

Questa differenza dipende probabilmente da ciò che le esigenze del servizio avranno obbligato ad assegnare molta altezza allo strato del combustibile contenuto nel focolajo.

Acqua trascinata e vapore condensato nei condotti e cilindri. — Una gran parte dell' acqua consumata dalle macchine locomotive è tradotta meccanicamente dal vapore senza essere stata evaporizzata, ed una gran parte del vapore formato è condensato nei cilindri e condotti della macchina senza alcun altro effetto utile, se non che quello di riscaldare tali apparati che si raffreddano a ciascun colpo di stantuffo durante i periodi di tensione e di scappamento.

Il consumo totale dell'acqua è facile a misurarsi: ciò si fa mediante una stazatura del tender prima e dopo l'esperienza. In quanto al peso del *vapore utilizzato*, il solo mezzo di ottenerlo in un modo alquanto certo consiste nel determinare il suo volume e la densità al momento in cui cessa il periodo dell' ammissione. Questi dati si desumono direttamente sui diagrammi ottenuti col mezzo dell'indicatore di Watt.

Ommetteremo di qui indicare i risultati delle esperienze che si hanno a tale riguardo; essi trovansi enunciati nella *Guida del meccanico.* Diremo soltanto che:

1.° Sulla macchina la *Gironda*, ammettendo il vapore durante i 0, 66 della corsa, il rapporto medio del peso del vapore utilizzato a quello dell'acqua impiegata si è trovato eguale a 0, 82.

2.° Sulla macchina *Polonceau* N. 154 della strada d'Orleans, ammettendo il vapore durante i 0, 25 della corsa, lo stesso rapporto fu di 0, 48.

Laonde sotto tale riguardo le forti tensioni sembra che abbiano uno svantaggio notevole sulle ammissioni prolungate. Ciò diventa ancora più evidente allorquando si considera che nella prima macchina il lembo superiore del corpo cilindrico della caldaja è alto soltanto 0^m 32 sul cielo del focolajo, mentre che nella seconda esso è di 0^m 45.

Non resta ora che di far conoscere le regole proposte del Lechatelier per guidare gli ingegneri che si occupano della costruzione delle locomotive. Tali regole, del tutto semplici, sono le seguenti:

1.° Per evitare il logoramento del meccanismo in causa di una soverchia velocità d'oscillazione degli stantuffi *il numero dei giri delle ruote motrici per un secondo deve essere compreso fra* $2\ ^1/_2$ e 3. Ciò posto, sia:

V la velocità del cammino reale che deve raggiungere la macchina in chilometri all'ora;

D il diametro delle ruote motrici in metri. Avremo:

$$V = \frac{1}{1000} \times 3600 \times \pi D \times \begin{Bmatrix} 2\ ^1/_2 \\ 3 \end{Bmatrix}$$

da cui:

$$D = \begin{Bmatrix} 0,036 \\ 0,029 \end{Bmatrix} V$$

2.° *Le dimensioni dei cilindri devono essere tali che lo sforzo medio di trazione esercitato al contorno delle ruote motrici sia eguale alla resistenza totale che prova il treno, compresa la macchina ed il tender, alla velocità e sul profilo considerato.* — Tale resistenza viene dedotta col mezzo della formola empirica di Wyndham-Harding:

$$R = 2^{\text{ch.}}72 + 0,094\ V + 0,00484\ \frac{N\,V^2}{T} + 1000\ i$$

Essendo R la resistenza per tonnellata del peso del convoglio espresso in chilogrammi;

V la velocità del cammino in chilometri all'ora;

N la superficie di fronte in metri quadrati del maggiore dei veicoli;

T il peso del treno in tonnellate (compresa la macchina ed il tender);

i la massima inclinazione del profilo che si considera.

Col mezzo di questa formola si calcolerà la resistenza per ogni tonnellata del convoglio. Si aumenterà del 25 per cento o del 20 per cento questa quantità secondo che sarà un treno di viaggiatori o di merci, per tener conto delle resistenze addizionali dovute agli attriti della macchina ed all'azione del vapore: il risultato moltiplicato per il peso lordo del convoglio, espresso in tonnellate, darà il valore della resistenza cercata.

Da un altro canto si abbia:

p la pressione media utile del vapore in chilogrammi per ogni centimetro quadrato;

d il diametro degli stantuffi in centimetri;

l la corsa degli stantuffi in centimetri;

D il diametro delle ruote motrici egualmente in centimetri.

Lo sforzo medio utile esercitato dal vapore al contorno delle ruote motrici sarà:

$$p \frac{d^2 l}{D}$$

Eguagliando questa quantità alla resistenza stata determinata nel modo precedentemente indicato, si ricaverà il valore di $d^2 l$; basteranno una o due supposizioni per istabilire fra d ed l il rapporto conveniente.

La caldaja trovandosi timbrata a 7 atmosfere, si potrà ammettere per la pressione media utile atmosfere 4. 50, (chilogr. 4.64 per centimetro quadrato). Questa cifra tien conto anche della diminuzione della pressione dovuta agli attriti del vapore nei condotti, alla tensione, allo scappamento ed alla compressione; essa rappresenta il massimo che si possa ottenere allorquando la macchina agisce con un' ammissione tanto prolungata quanto lo permetta la distribuzione.

Nell'espressione $p \frac{d^2 l}{D}$ bisognerà adunque fare $p = 4.64$ chilogrammi.

3.° *L' aderenza sarà supposta eguale ad* $^1/_6$, proporzione che sembra generalmente ammessa; moltiplicando per 6 lo sforzo di trazione calcolato precedentemente, si avrà il carico che devono sostenere le ruote motrici. Se questo carico è inferiore a 12 tonnellate, le ruote non verranno accoppiate; fra 12 e 20 tonnellate si accoppieranno due paja, al di sopra di 20 tonnellate saranno accoppiate tre paja.

4.° *Il rapporto della superficie di riscaldamento S del focolajo a quello S' dei tubi deve essere* $\frac{S}{S'} = \frac{1}{10}$. Questo rapporto nelle macchine inglesi si ammette quasi sempre; in Francia invece si hanno i focolaj troppo piccoli $\left(\frac{S}{S'} = \frac{10}{116}\right)$, locchè fa che quasi sempre questi focolaj sono collocati in falso.

5.° *Il rapporto di tutta la superficie riscaldata al volume generato dagli stantuffi deve essere* $\frac{S + S'}{d^2 l}$, S ed S' essendo espressi in metri quadrati d ed l in decimetri. Nelle macchine inglesi il Lechatelier ha trovato pel valore di questo rapporto 1, 15. Tale eccesso dipende da ciò che gli Inglesi non usando dei tubi di scappamento ad orificio variabile, assegnano alle loro macchine un eccesso di superficie di riscaldamento, affinchè non manchi giammai il vapore.

Nelle macchine francesi, che generalmente hanno una superficie riscaldata soverchiamente limitata, questo rapporto medio è di 0, 93.

Col mezzo di queste formole il Lechatelier ha calcolate le dimensioni di tre tipi di macchine poste in condizioni di servizio molto diverse.

I. Esempio. — *Treno espresso composto da otto vetture, ciascuna del peso di 7 tonnellate e mezza, correndo ordinariamente colla velocità di 80 chilometri all'ora, e superando con questa velocità delle rampe del 5 per mille al massimo. Peso della macchina 26 tonnellate, del tender 11 tonnellate.*

II. Esempio. — *Treno omnibus che cammini con 16 vetture di 6 tonnellate e mezza colla velocità che non ecceda i 45 chilometri all'ora sulle rampe del 5 per mille, e 55 chilometri in una strada orizzontale, oppure discendente. Peso della macchina 24 tonnellate, del tender 11 tonnellate.*

III. Esempio. — *Treno per le merci che corra con 40 vagoni di 9 tonnellate per ciascuno, colla velocità di 30 chilometri all' ora, ascendendo delle rampe del 5 per mille colla velocità di 40 chilometri sulle strade orizzontali ed in discesa Peso della macchina 28 tonnellate, del tender 12 tonnellate.*

Queste macchine, per riguardo al servizio che eseguiscono, possono essere confrontate colle macchine Crampton della strada del Nord in Francia, miste della strada di Lione e delle merci della strada del Nord (ultimo tipo).

La seguente tavola contiene le dimensioni calcolate dietro le formole del Lachetelier in riguardo alle dimensioni corrispondenti alle tre macchine di cui abbiamo parlato.

ELEMENTI delle macchine	I. ESEMPIO dimensioni		II. ESEMPIO dimensioni		III. ESEMPIO dimensioni	
	Calcolate	Reali	Calcolate	Reali	Calcolate	Reali
Peso lordo del convoglio	97	97	155	155	400	400
Resistenza totale . . ch.	1920	»	2377	»	4688	»
Carico delle ruote motrici	t.11. 50	8. 10	14. 86	16. 12	28. 13	30
Numero delle ruote accoppiate	»	»	4	4	6	6
Diametro delle ruote motrici . . . . , . .	2^m 50	2. 10	1. 78	1. 60 1. 80	1. 30	1, 42
Diametro dei cilindri .	0, 42	0, 40	0, 40	0, 40	0, 46	0, 46
Corsa degli stantuffi . .	0, 59	0, 55	0, 57	0, 56	0, 62	0, 68
Superficie riscaldata, totale . . . met. q.	103. 48	102. 34	91. 20	85. 46	131. 34	»
Idem del focolajo .	9. 41	7. 38	8. 49	7. 86	11. 94	»
Idem dei tubi . .	94. 07	94. 96	82. 91	77. 60	119. 40	»

Le regole proposte dal Lechatelier non hanno nulla d'assoluto, e d'altronde si è spesso costretti nella pratica di allontanarsi. Ciò nullameno esse saranno sempre di una grande utilità, poichè danno per ciascun caso particolare le dimensioni che sono necessarie onde trovarsi nelle medesime circostanze di sforzo delle migliori macchine che corrono in giornata sulle strade ferrate.

Alle macchine comprese nella Tavola sarebbe d' uopo di aggiungere la macchina Engerth, ma essa è troppo poco conosciuta perchè vi si possa applicare il metodo di calcolazione proposto dal Lechatelier.

Della forza sviluppata dalle macchine locomotive nel loro servizio ordinario. — Se le macchine locomotive agiscono nelle medesime condizioni delle macchine fisse che sono ordinariamente impiegate nell'industria, le più potenti fra esse non potrebbero sviluppare una forza superiore a 20 o 25 cavalli.

Ma da una parte esse funzionano sempre ad una pressione molto elevata e dall'altra parte i loro stantuffi corrono con velocità molto superiori a quelle che sono generalmente ammesse. Laonde non esageriamo punto nel dichiarare che le locomotive attualmente in uso sulla maggior parte delle strade ferrate sviluppano una forza da 200 a 300 cavalli.

Le esperienze fatte sulla strada di Lione nei mesi di novembre e dicembre 1851 concorrono a provare quanto abbiamo più sopra esposto.

In queste esperienze venne frapposto fra il tender e la prima vettura un dinamometro a molla che tracciava dei diagrammi rappresentanti la forza esercitata dalle macchine sui treni.

Tale forza venne moltiplicata pel coefficiente 1,15 onde tener conto delle resistenze dovute all' azione del vapore sul meccanismo, e si sono aggiunti 500 chilogrammetri per metro percorso dalla macchina che esigeva uno sforzo di 500 chilog. su di una strada orizzontale.

Dividendo il numero totale dei chilogrammetri, in tal maniera ottenuti, per il tempo del cammino, il quoziente ha dato la forza per secondo in chilogrammetri.

Le sei esperienze instituite sopra treni diretti che camminavano colla velocità di 45 chilometri all' ora, essendo il peso di 105 tonnellate, hanno fornito:

294 cavalli per la forza totale;

161 cavalli per la forza impiegata a rimorchiare le vetture.

Le quattro altre esperienze si son fatte sopra dei treni omnibus che camminavano colla velocità di 38 chilometri e mezzo all'ora con un carico delle vetture di 88 tonnellate. Esse hanno dato 248 cavalli per la forza totale, e 134 cavalli soltanto pel rimorchio delle vetture,

Il consumo medio per cavallo e per ora, non è stato che di chilog. 2,05 di coke, ciò che sembra indicare che le macchine locomotive agivano sotto il rapporto dell' economia del combustibile nelle condizioni altrettanto vantaggiose, quanto la maggior parte delle macchine fisse senza condensazione. (*)

(*) La Società degli ingegneri civili in Berlino dietro invito direttole dal congresso degli interessati nelle strade ferrate tedesche ha compilato nel 1850 una specie di costituzione sulle ferrovie, che è composta di 278 articoli, fra i quali parlando delle locomotive vennero suggerite le seguenti norme:

Le migliori locomotive sono quelle a cilindri esterni inquantochè le sale piegate che si applicano alle macchine coi cilindri interni sono soggette a spezzarsi. È ben vero che le locomotive colle sale piegate hanno una corsa più dolce di quelle coi cilindri esterni le quali non sono equilibrate che col mezzo di contrappesi. — Non si ammettono che le macchine a 6 e ad 8 ruote. Queste sei od otto ruote devono essere munite di orli. — La ripartizione del peso di tali macchine a sei ruote va operata nel seguente modo:

La sala anteriore porta 2 parti del peso totale.

Quella di mezzo tre parti.

Quella posteriore una parte.

Le locomotive rimorchiando dei treni di merci che percorrano 23 chilometri all' ora devono avere le ruote motrici accoppiate del diametro di 1^m20. Le macchine pei viaggiatori e quelle miste che percorrono 45 chilometri all'ora devono avere le ruote motrici del diametro di 1^m 30. Le macchine per le grandi velocità sono fornite di ruote motrici non accoppiate del diametro di 1^m80. — Le ruote delle locomotive in generale devono avere almeno un metro di diametro.

I tender vanno costrutti con 6 ruote del diametro di un metro fornite di orli.

Non si ammettono che i soli freni a vite.

CAPITOLO VII.

DEI NUOVI SISTEMI ADOTTATI O PROPOSTI ALLO SCOPO DI PERFEZIONARE IL MATERIALE PER LE STRADE FERRATE

Dopo di aver descritte tutte le parti di cui si compone una strada ferrata costrutta nelle condizioni ordinarie, non ci rimane che di occuparci dei molti sistemi che si sono proposti, sia per vincere alcune difficoltà inerenti ad una data linea, sia per sostituire altri apparati a quelli attualmente in uso.

Fra questi diversi sistemi havvene alcuni che si sono esperimentati con accuratezza e si riconobbero applicabili, se non dappertutto, almeno in determinate circostanze speciali. Noi gli esamineremo attentamente e procureremo di far conoscere più che sia possibile, tanto i vantaggi che presentano, quanto gli inconvenienti.

Ve ne sono altri che fin quì non ebbero la sanzione della pratica; essi sono numerosissimi e la maggior parte non meritano di essere menzionati che per essere criticati.

Gli ingegneri collocati alla direzione delle grandi imprese delle strade ferrate sono continuamente esposti alle lotte cogli inventori, i quali gli accusano di respingere sistematicamente le loro idee, sia per principio, sia per un meschino sentimento di gelosia. Senza dubbio gli stessi ingegneri sono poco disposti ad instituire in un'ampia scala delle prove, a meno che non si conosca di già il successo favorevole, potendo compromettere gravemente la loro riputazione; ma essi, generalmente parlando, sono ben lungi dal rigettare i nuovi processi che possono essere esperimentati senza grave difficoltà e che sembrano razionali. Sgraziatamente la maggior parte degli inventori sono persone del tutto estranee tanto alla teoria, quanto alla pratica, ed i sistemi che essi

propongono di applicare, il più delle volte sono fanciullaggini e contrarj ai principj elementari, oppure non sono che la riproduzione di sistemi abbandonati da molto tempo; e non si perviene che a stento a far loro comprendere tali cose.

Dopo di aver parlato di alcune proposizioni fatte per diminuire l'attrito sui fusi delle sale e di facilitare il passaggio nelle curve, noi descriveremo:

1.° Il sistema Laignel, che ha lo scopo di diminuire la resistenza al passaggio delle curve.

2.° Il sistema Arnoux, proposto per lo stesso oggetto.

3.° La macchina locomotiva Verpilleux.

4.° La macchina locomotiva ad aria compressa di Andraud.

5.° La macchina locomotiva Jouffroy.

6.° La macchina locomotiva Seguier.

7.° La macchina locomotiva d'Amberger, Nicklès e Cassal, provveduta di un apparato destinato ad aumentare l'aderenza col mezzo dell'elettro-magnetismo.

8.° Il sistema atmosferico mediante l'aspirazione colle sue varianti.

9.° Il sistema atmosferico per compressione di Pecqueur e Chameroy.

10.° Il sistema eolico o nuovo sistema Andraud.

Diremo eziandio alcune parole sull'uso delle locomotive lungo le strade ordinarie.

Non parleremo nè delle macchine locomotive ad aria calda, nè delle macchine elettro-magnetiche, inquantochè sino a quest'oggi non ci consta che siano state instituite delle esperienze concludenti per applicare l'aria calda od il magnetismo come motore sulle strade ferrate.

Vedremo che l'uso dell'aria fredda compressa ebbe poco successo in conseguenza del volume considerevole che è d'uopo assegnare al serbatojo che accompagna la locomotiva, per non essere obbligati di rinnovare il contenuto troppo frequentemente. Sembra che impiegando l'aria calda si potrebbe sviluppare una maggior potenza con un serbatojo di moderato volume: tuttavia se Erickson pervenne a servirsi con successo favorevole dell'aria calda sui battelli a vapore, ciò non fu che sotto la condizione di impiegare degli apparati voluminosi ed ingombranti, circostanza che esclude l'uso di tali apparati per la locomozione (*).

In quanto all'elettro-magnetismo, esso sembra ancora meno applicabile alle macchine locomotive quale motore. Il Becquerel in un rapporto all'Accademia delle scienze (Anno 1853, pag. 854) dice che il signor Jacobi, che ha

(*) L'uso delle tele metalliche di Erickson, dice il Reech in una nota che fa parte delle memorie dell'Accademia (anno 1853, pag. 528) non impedirà ad una macchina ad aria calda a cilindri e cogli stantuffi di essere eccessivamente d'ingombro e voluminosa.

fatto uno studio profondo sull'impiego nell'industria dell'elettro-magnetismo, fu condotto alla seguente conseguenza, cioè: *che l'effetto meccanico o lo sforzo delle macchine elettro-magnetiche in vista delle spese che esigono per la loro manutenzione è molto inferiore a quello degli altri motori usuali, ma che non è l'ultima parola della scienza.*

I signori Becquerel nel loro trattato sull'elettro-magnetismo pubblicato nel 1856 si esprimono nei seguenti termini: « Non si pervenne ad eseguire economicamente delle macchine potenti, e fin quì non poterono essere utilizzati che elettromotori di poca forza per far girare dei torni e delle piccole macchine che dovevano camminare con un moto rapido ».

Infine il signor Aristide Dumont in una nota letta nel 1851 all'Accademia delle scienze indicò che la produzione della forza elettro-magnetica induceva nella spesa di 20 franchi per forza di cavallo e per ora, mentre il costo di un cavallo colla macchina a vapore nelle medesime circostanze non sarebbe che di circa 10 centesimi.

Allo scopo di diminuire l'attrito sui fusi si sono esperimentati:

1.° Dei vagoni a rotelle.
2.° Dei vagoni a cilindri.

Nel primo caso la cassa appoggia sulla sala coll'intermediario di rotelle. L'attrito di strisciamento non ha luogo in questo caso che sull'asse della rotella. Venticinque anni sono si vedevano dei vagoni sulla strada da Boston a Leigh che avevano una tale disposizione. Questi vagoni furono delineati nella traduzione francese del *Trattato delle strade ferrate del Wood.* Ma vi si è rinunciato, inquantochè l'ingrassamento degli assi delle rotelle non poteva eseguirsi che difficilmente, e riusciva d'altronde dispendiosa la manutenzione delle rotelle stesse.

Il signor Emilio Vissocq ha proposto di interporre dei cilindri metallici tra i fusi e le scatole del grasso; questi cilindri avevano alle loro estremità dei piccoli cardini, i quali si internavano in una corona che ne conservava la distanza. L'attrito di strisciamento, in tal maniera si trovava eliminato interamente o sostituito invece da un semplice attrito di rotazione. Per quanto sembri semplice e soddisfacente questa disposizione, essa non venne adottata dalle Società delle strade ferrate. Forse avrebbe bisogno di essere sottoposta a nuovi esperimenti.

Per facilitare il passaggio dalle curve si sono provati diversi vagoni colle sale e colle ruote mobili; ma essi avevano tutti l'inconveniente di sviare dalle rotaje con troppa facilità. Il sistema del signor Arnoux è il solo che abbia conseguito un successo favorevole. Per sopprimere l'attrito di strisciamento causato dal paralellismo delle sale vennero eziandio impiegati dei vagoni tricicli, essendo collocata una delle ruote nel mezzo della rotaja; ma

in tal caso sarebbe d'uopo di formare una terza guida ed aumentare il peso delle rotaje, poichè si aumenta il carico sopra ciascuna ruota.

Sistema Laignel. — Per diminuire la resistenza al passaggio delle curve il Laignel ha sostituito, nella parte sinuosa della strada, alla guida esterna un' altra piatta ad orlo, affinchè i vagoni o le macchine appoggino sopra questa guida mediante l'orlo delle ruote, e sulla guida interna col mezzo del quarto. Con questo sistema tutte le curve devono avere un raggio costante di 50 metri, di maniera che, nel caso dei tracciamenti colle grandi curve, le porzioni circolari sono sostituite da un numero bastante di porzioni rette, le cui congiunzioni hanno luogo col mezzo di archi aventi un raggio costante di 50 metri.

Il Laignel adottando una tale disposizione per la rotaja ebbe in vista di compensare colla differenza di diametro delle ruote accoppiate, la differenza di lunghezza delle curve esterne ed interne; e siccome le ruote, almeno quelle dei vagoni, sono pressochè tutte del medesimo diametro coll' orlo di altezza costante, per ottenere tale compensazione volle adottare egualmente un raggio di curvatura costante. — Mediante numerose esperienze si è provato che col sistema Laignel la resistenza è sensibilmente diminuita; ma ciò non dipende soltanto dalla riduzione dell' attrito al quarto della ruota, ma eziandio dalla natura del sistema adottato, il quale ha la proprietà di dirigere da sè stesso i carri in linea curva e di farli girare senza che vi sia il bisogno che gli orli appoggino contro la superficie verticale della guida e perciò si evita in alcuni determinati limiti di velocità l' attrito della forza centrifuga.

La maggiore obiezione fatta al sistema Laignel si è che esso diminuisce indubbiamente lo sforzo necessario per operare un determinato cambiamento di direzione, e lascia tuttavia sussistere una resistenza che diventa eccessiva per unità di distanza percorsa nelle curve, ove il raggio non oltrepassa i quaranta metri. Laonde un tale sistema venne impiegato vantaggiosamente sulle strade in cui si corre a piccola velocità coi cavalli, come sono quelle, per esempio, che alla superficie del suolo servono all'esercizio delle miniere di Auzin, ovvero al trasporto dei ferri lavorati d' Hayange, ma non si è giammai usato sulle grandi linee percorse dalle locomotive.

Sul sistema Laignel si elevano ancora altre obiezioni, quali sono:

1.° Gli orli delle ruote, le quali non isfregano che nelle curve, ed il cerchio, che sfrega in tutta l'estensione del cammino, tanto nei tratti rettilinei, quanto curvilinei si consumano non in modo uniforme; da cui risulta un cambiamento nel rapporto del diametro delle ruote con o senza orli, allorquando le ruote stesse sono logorate, e per conseguenza un aumento d'attrito nelle curve, il cui raggio è stato calcolato nell' ipotesi delle ruote.

2.° Al principio ed alla fine delle curve la parte anteriore o posteriore del vagone si trova nella curva allorquando l' altra parte è in linea retta, ed

accade perciò che tre ruote appoggiano sui loro quarti ed una sola sull'orlo. Da qui ne consegue un attrito momentaneo per strisciamento, che è altrettanto più grande quanto è più piccolo il raggio delle curve.

Sistema Arnoux. — Abbiamo classificato il sistema Arnoux fra i nuovi sistemi, quantunque sia stato applicato già da alcuni anni sulla strada di Sceaux, inquantochè sino al presente la stessa strada, assai breve, è la sola su cui venne impiegato esclusivamente.

Le vetture del signor Arnoux, state costrutte in principio per la strada di Sceaux, presentano delle disposizioni che differiscono essenzialmente da quelle dei vagoni ordinarj.

I treni di tali vetture, la cui costruzione ha una grande analogia con quella delle vetture adoperate sulle strade comuni, sono costituiti da un avantreno e da un treno posteriore simile al primo. Ciascuna scala che è attraversata da una caviglia (*cheville ouvrière*) non ha che la libertà di girare orizzontalmente sopra questa caviglia. Le ruote, che sono montate sopra scatole privilegiate e cilindriche, sono libere sui loro fusi.

L'avantreno ed il treno posteriore sono congiunti con una saetta che è attraversata dalle caviglie da cui partono delle stanghette, sulle quali sono situate le molle.

Le vetture sono congiunte fra loro mediante un'asta rigida che si attacca alla caviglia del treno posteriore della vettura che precede ed a quella dell'avantreno che segue.

Sotto la sala dell'avantreno della prima vettura si trova una traversa che passa in due staffe, le quali obbligano la sala e la traversa a conservare un perfetto paralellismo. Tale traversa termina ai suoi estremi in una forchetta i cui rami discendono sino alle guide portando quattro rotelle che toccano appena le guide stesse, e senza arrecare sforzo alcuno alla traversa danno alla medesima, e per conseguenza alla sala, la direzione normale alla strada.

La direzione simmetrica della suddetta sala si comunica all'altra sala della stessa vettura col mezzo di una catena incrociata che si avvolge a due carrucole di egual diametro assicurate a ciascuna sala.

Dalla prima alla seconda vettura la trazione si opera mediante l'asta rigida; la direzione è comunicata alla prima sala da questa seconda vettura mediante una catena incrociata che passa da una parte su di una carrucola assicurata alla saetta della prima vettura ed attraversata dalla caviglia del treno posteriore, e dall'altra parte su di altra carrucola di un diametro doppio fissata alla sala dell' avantreno della seconda vettura, ed egualmente concentrica colla caviglia. In tal maniera si seguita da sala a sala e da vettura a vettura.

Comunicando in questo modo simultaneamente l' inflessione contraria alle due sale di una medesima vettura, si vede che la seconda prende l'obliquità

alquanto prima di entrare nella curva, e che trasmettendo la direzione alle sale della seconda vettura mediante la saetta della prima, queste sale la ricevono alquanto prima di quello che dovrebbe aver luogo.

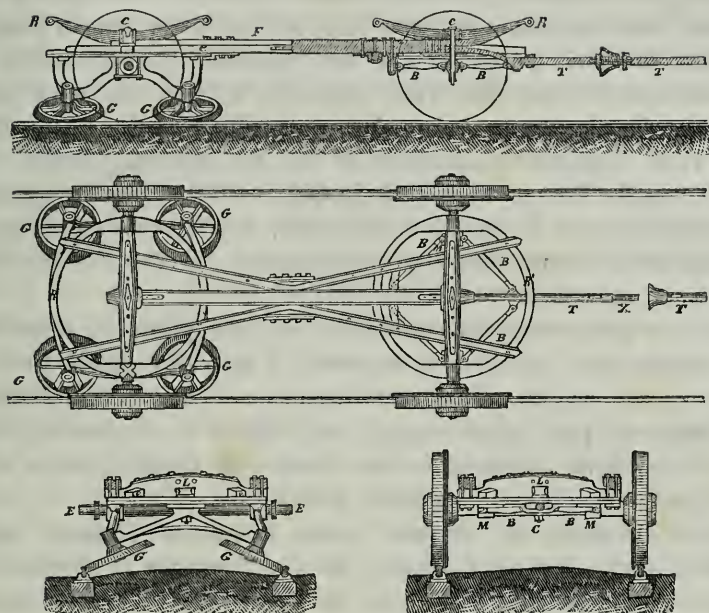
Sarebbe stato più conveniente che questa direzione normale alla curva da percorrersi non si comunicasse a ciascuna sala che di mano in mano che si effettua l'ingresso nella curva, ciò che si sarebbe conseguito collocando sotto cadauna sala l'apparato direttore indicato per la prima sala del convoglio; ma oltrechè in tal maniera si sarebbe complicato straordinariamente il sistema, avrebbe perduto il vantaggio della solidarietà fra sala e sala e fra vettura e vettura.

« L'obliquità di cui si tratta, dice il Poncelet in un rapporto all'Accademia, solleva contro il sistema Arnoux un' obiezione che crediamo di dover far conoscere; la quale consiste in ciò, che da una parte questa obliquità produce un leggiero attrito per strisciamento contro le guide, e dall'altra dà luogo ad una tendenza delle ruote del treno posteriore a sormontare le stesse guide, circostanza che è del tutto analoga a quella che si verifica col sistema ordinario nei risvolti, in cui l'obliquità e la deviazione delle ruote si fa in modo progressivo e non dura che un istante, per così dire, impercettibile; imperciocchè il suo periodo di aumento e di decremento si trova compiuto per ciascuna vettura, subito dopo che il treno posteriore raggiunge alla sua volta la porzione curvilinea della strada; essa non si verifica giammai che per tre sale consecutive del convoglio, e non si riproduce in senso inverso che allorquando gli avantreni abbandonano successivamente la direzione curvilinea della strada per entrare nella parte rettilinea. Infine tali deviazioni, che sono sempre leggeri, sono una conseguenza immediata del cambiamento brusco della curvatura della strada, potendo perciò essere attenuate a piacere col mezzo di un tracciamento adattato ».

Il sistema Arnoux tal quale lo abbiamo descritto non lascia di essere molto complicato e non permette di poter retrocedere nel cammino, se non che modificando la disposizione dei dischi e delle catene. In questi ultimi tempi il figlio Enrico Arnoux lo ha sensibilmente modificato rendendo facile il cammino in ambedue le direzioni.

In questo nuovo materiale le rotelle direttrici, le sale e le ruote mobili, come pure i timoni rigidi, si sono conservati, ma furono soppresse le catene incrociate ed i dischi a cui si avvolgevano; ciascuna sala è diretta da un apparato assai semplice, rappresentato dalla fig. 190, ove *M M* sono staffe che abbracciano le sale scorrendo sulle medesime nella direzione dell'asse;

B B rappresentano quattro leve snodate (*bielles*) eguali fra loro, disposte in rombo nel piano orizzontale che passa per l'asse della sala ed in modo che questo formi una delle diagonali.

Fig. 190.

Queste leve snodate sono attaccate a cerniera colle loro estremità, cioè: le due interne alla saetta ed alle staffe *M M*, e le due esterne alle stesse staffe ed al timone *T*.

Trovandosi in linea retta il timone e la saetta, le sale sono tutte paralelle fra loro e perpendicolari a questa linea retta; ma se il timone e la saetta si inclinano l'uno su l'altra in modo da formare un angolo qualunque, ciò che accade allorquando si percorre una curva, in allora la sala dividerà quest'angolo in due parti eguali. Una tale direzione sarà normale alla curva percorsa, condizione assolutamente necessaria per evitare gli attriti di strisciamento ed i pericoli di sviamento dalle rotaje.

Il sistema Arnoux è senza dubbio il più rimarchevole che sia stato prodotto in questi ultimi tempi dal genio degli inventori applicati alle strade ferrate, e l'Accademia ha degnamente ricompensato l'autore accordandogli il premio di meccanica.

Al sistema Arnoux si sono fatti però molti rimarchi, il principale dei quali consiste nella difficoltà che s'incontra nell'applicarlo a macchine potenti. Infatti sembra impossibile col materiale articolato di collegare tutte le ruote di una macchina mediante aste snodate in maniera da ottenere molta aderenza; e qualora ciò non si possa conseguire, non si potrà neppure svi-

luppare una grande potenza. La macchina stata presentata all' esposizione di Parigi del 1855 venne costrutta a questo scopo; ma sino al presente la pratica non ne mostrò l'efficacia. Questa macchina si distingue per l'uso di quattro ruote congiunte di egual diametro, molto avvicinate e poste quasi a contatto, che sono portate da due sale parallele. Anteriormente e posteriormente sono collocate delle ruote portatrici, le quali non sono destinate che a dirigere la macchina col mezzo di rotelle direttrici. Ciascuna delle quattro ruote congiunte è assicurata ad una sala separata, ovvero in altri termini il signor Arnoux ha rese indipendenti le due ruote d'una medesima sala, tagliandola essa nel mezzo in due parti. Le due ruote a destra sono accoppiate ed il loro movimento è indipendente da quello delle due ruote a sinistra pure accoppiate.

Si sarebbe potuto impiegare un sol cilindro per imprimere il movimento ad una mezza sala; una volta in cammino, la macchina avrebbe fatto la funzione di volante; ma trovandosi accidentalmente le manovelle ambedue nello stesso tempo nei punti morti, sarebbe stato difficile lo scioglimento. Il signor Arnoux ha preferito di impiegare due cilindri per ciascuna mezza sala, ciò che dà per l' intera macchina quattro cilindri.

L'idea che condusse ad eseguire questa locomotiva è molto ingegnosa come tutte quelle del signor Arnoux, ma si è rimarcata la soverchia complicazione della macchina, il suo peso considerevole e la limitata superficie riscaldata.

Il sistema Arnoux adottato su di una strada, il cui tracciamento abbia delle curve di piccolo raggio, escludendo le macchine potenti, si trova limitato ai soli convogli dei viaggiatori, e tuttavia non si presta alla trazione dei convogli pesanti, che ordinariamente si rimorchiano colle macchine miste. Ed è maggiormente incomodo questo sistema, inquantochè non permettendo l'uso delle macchine potenti, si esige poi un accrescimento di forza al momento della partenza in causa della solidarietà delle vetture.

Intorno a questa solidarietà, ecco come si esprime il rapporto dell' Accademia.

« Quantunque il motivo fondato sull' influenza dell' inerzia al principio del movimento non abbia alcuna importanza che sotto il rapporto della durata maggiore o minore dell'azione motrice, e quantunque le espressioni di Coulomb, confermate da quelle successive del Morin, tendano a provare che l'attrito delle sostanze metalliche è il medesimo, tanto all' istante della partenza, quanto durante il movimento, ciò non ostante si deve ammettere che il sistema dei vagoni in causa della flessibilità e della ineguaglianza della rotaja, ovvero di una causa d'aderenza accidentale qualunque, può in molti casi presentare una resistenza iniziale media superiore alla resistenza media, anche nel caso che si comprenda quella dell' aria, e sotto questo punto di

vista accordiamo volontieri che vi sia del vantaggio a rendere le vetture indipendenti mediante le catene di tiramento ».

Tuttavia le attaccature col mezzo di catene presenterebbero degli inconvenienti ancora più grandi, secondo l'opinione del dotto autore del rapporto succitato, e non si saprebbe obiettare assolutamente al sistema Arnoux l'uso delle barre rigide. I pratici non convengono punto in questa opinione; veramente essi hanno rinunciato alle catene, ma vi hanno sostituito dei tenditori, descritti alla pag. 89, e non già delle barre rigide.

Si rimprovera al sistema Arnoux la complicazione e l'incomodo che ne può derivare al servizio, come pure l'aumento delle spese di manutenzione. Il signor Arnoux ha già risposto in gran parte a queste osservazioni, mediante la semplificazione importante che ha introdotto nella costruzione del suo materiale.

Abbiamo veduto più sopra, qualunque sia il sistema adottato, che l'esistenza di piccole curve nel tracciamento di una strada ferrata diventa sempre pericoloso, allorquando si vuol correre a grande velocità.

Infine intorno al sistema Arnoux si è detto che l'uso delle rotelle per dirigere la prima vettura avrebbe dei gravi inconvenienti se tale vettura è molto carica. « La pressione sul ruotino di volticella, ove sfregano le due corone di questo treno, facendo nascere, dice il Poncelet, una resistenza molto forte, il cui braccio di leva si può confrontare a quello della pressione che agisce sulle rotelle, queste saranno sottoposte a sforzi violenti che potranno produrre delle rotture pericolose, e che in ogni caso daranno luogo ad enormi sfregamenti e ad un sollecito consumo degli assi ». Tali inconvenienti saranno pressochè eliminati se si ha la cura di caricare leggermente il primo vagone, ma ciò è un vincolo molesto per l'esercizio, specialmente in alcuni casi particolari.

L' Arnoux ha proposto di impiegare il suo materiale articolato pei treni leggeri che camminano a grandi velocità sopra le linee di già costrutte aventi le curve di un raggio esteso, allo scopo di diminuire il consumo delle ruote e lo sforzo di trazione al passaggio delle curve. Gli esperimenti si sono fatti sulla strada ferrata del Nord e su quella d'Orleans. Negli esperimenti eseguitisi sopra quest' ultima strada venne osservato:

1.° Che le vetture di un tal sistema erano meno dolci che le altre e che le attaccature rigide nocevano alla flessibilità del movimento dei veicoli, e di più che la disposizione della rotella in bronzo alla quale soltanto sono assicurate le scatole e per conseguenza le ruote sulla sala, è una causa di riscaldamento e di pericoli, poichè questo pezzo costrutto con due mezze circonferenze fra loro riunite mediante bolloni, può scomporsi oppure rompersi, ed in ogni caso dar luogo ad attriti assai considerevoli.

2.° Che i fusi fissi si logorano soltanto sopra una delle loro generatrici, e funzionando al rovescio di quanto si usa in giornata, dovranno ri-

toccarsi frequentemente, che le perdite del grasso sono continuate, e che non vi esiste alcun mezzo per assicurarsi che i fusi siano lodevolmente ingrassati.

Infine sembra difficile di ammettere che un simile sistema si possa applicare ad un gran numero di vagoni, poichè è impossibile di assicurarsi dello stato dei pezzi che si compongono senza passare sotto i vagoni per esaminarli.

Sistema Verpilleux. — La strada ferrata da Saint-Etienne a Lione presenta molte curve di piccolo raggio e delle pendenze assai forti sulle quali si rimorchiano dei convogli pesanti (veggasi il Vol. I, pag. 220). Tutte queste circostanze obbligano ad impiegare delle locomotive che abbiano ad esercitare uno sforzo di trazione considerevole. Da un altro canto le guide sopra questa linea sono deboli e non possono sostenere che una pressione limitata. L'aderenza necessaria non si può adunque ottenere che rendendo motrici molte paja di ruote.

Allorquando il raggio delle curve è bastantemente grande, si possono accoppiare tre ed anche quattro paja di ruote, ma nel caso di cui ora ci occupiamo, ciò è impossibile in causa della grande distanza che ne deriverebbe fra le sale estreme.

Il Verpilleux immaginò di collocare sotto il tender un meccanismo composto di cilindri, stantuffi, aste snodate, ecc., in tutto simile a quello della macchina. Questi organi mettono in movimento una delle sale del tender, la quale è alla sua volta accoppiata coll'altra sala. Essi permettono adunque di raddoppiare momentaneamente lo sforzo di trazione della macchina, senza sopraccaricare per nulla la rotaja. A tal effetto basta di far passare una parte del vapore fornito dalla caldaja nei cilindri motori del tender.

Il sistema del signor Verpilleux, quantunque assai ingegnoso, presenta per altro molti inconvenienti nella pratica.

Non potendo avere la caldaja delle grandi dimensioni come nelle macchine Engerth, non si potrebbe con queste macchine produrre una gran quantità di vapore e non si può per conseguenza che camminare a piccola velocità. L'apparato motore supplementario è molto dispendioso. Esso si consuma tanto come quello della macchina ed è causa di una spesa di riparazione considerevole. Il tubo che conduce il vapore della caldaja al meccanismo è costituito fino di sei congiunzioni con turaccioli a stoppa (*presse-étoupes*), disposizione costosa e di difficile manutenzione. Altrettanto si deve dire del tubo di scappamento che conduce il vapore dal tender al camino.

Locomotiva ad aria compressa di Andraud. — Il signor Andraud ha immaginato di sostituire l'aria compressa al vapore. La sua macchina è molto semplice; essa consiste in un serbatojo riempito d'aria compressa ed in un meccanismo composto di cilindri, stantuffi, aste snodate e manovelle

come il meccanismo delle macchine ordinarie. L' aria compressa introdotta nei cilindri fa camminare gli stantuffi mediante la sua pressione. La provvista del fluido motore si rinnova col mezzo di serbatoj fissi, collocati di distanza in distanza, che si alimentano economicamente traendo partito dai motori, sovente improduttivi, come sono le cascate d'acqua, ovvero le correnti rapide.

Supponiamo che l'aria sia compressa nel serbatojo mobile a 7 atmosfere; un metro cubico a 7 atmosfere è capace di produrre la medesima forza di un metro cubico di vapore colla stessa pressione.

Ma l' acqua che sotto l' azione del calore produrrebbe questa quantità di vapore occupa nel tender un volume di 3 litri e 50 centilitri soltanto, volume che è il 0,0035 di quello occupato dall'aria; per cui il serbatojo della macchina Andraud dovrà contenere 286 volte quello del tender ordinario per poter eseguire il medesimo cammino. Esso sarebbe adunque eccessivamente pesante e voluminoso. Onde ovviare a tale inconveniente il signor Andraud ha immaginato di portare la pressione dell'aria a trenta atmosfere; ma inallora il tender dovrebbe essere sommamente resistente, ciò che lo renderebbe ancora più pesante.

Sistema Amberger, Nicklès, e Cassal. — Un filo metallico coperto di una materia isolante girato ad elice ed attraversato da una corrente galvanica assume i medesimi caratteri della calamita; esso attrae perciò il ferro, e l'asse dell'elice tende sempre a mettersi nel piano del meridiano magnetico. Se nell' interno della detta elice si colloca un pezzo di ferro dolce, anche questo diventerà una calamita, la cui potenza crescerà col numero delle rivoluzioni del filo e coll' intensità della corrente. I due poli dell' elettro-magnetico si trovano alle due estremità dell'asse dell'elice.

Partendo da questo principio, che nella fisica è notissimo, ai signori Amberger, Nicklès e Cassal nacque l' idea di cercare se fosse possibile di avere il mezzo di conservare la parte inferiore delle ruote motrici in uno stato di costante magnetizzazione, od in altri termini di trasformare le ruote in elettro-magnete a poli mobili.

Per attuare questa idea i signori Amberger, Nicklès e Cassal immaginarono di circondare la parte inferiore della ruota motrice di un rocchetto di filo di rame ricoperto di gutta-percha. Tale rocchetto ne seguiva tutti i contorni ad una debole distanza e la ruota si moveva al di dentro liberamente come prima. Le due estremità del rocchetto comunicavano coi due poli di una pila voltaica collocata sulla macchina.

In tal maniera ciascuna ruota motrice venne trasformata in una calamita, i due poli della quale si trovavano, l'uno al punto di contatto della ruota colla guida di ferro, l'altro al punto più alto di questa ruota.

Con questo mezzo i summentovati inventori ottennero i seguenti risultati: Ciascuna ruota avente il diametro di metri 1,10 era circondata da un roc-

chetto formato da un filo sottile di rame della lunghezza di 250 metri. Si fece passare per tali rocchetti una corrente prodotta da una pila di 16 elementi di Bunsen compresa in una cassa di 16 metri di lunghezza per 0^{m} 50 di larghezza, alta 0^{m} 45. L'aderenza dovuta al peso delle ruote sulle guide asciutte era di 350 chilogrammi, l'aderenza supplementaria ottenuta col mezzo dell'elettro-magnetismo risultava di 450 chilogrammi. In tempo di nebbia 100 chilogrammi bastavano per vincere l'aderenza delle ruote e gli attriti dell'apparato; l'aderenza magnetica non produceva che 50 chilogrammi. Un grosso strato di sego steso sulla ruota faceva cadere l'aderenza magnetica da 450 a 280 chilogrammi.

Il sistema Amberger, Nicklès e Cassal venne sperimentato sulla strada di Lione, ma non ha dato dei buoni risultati. I quarti delle ruote delle locomotive essendo di ferro, si magnetizzavano bensì, ma non perdevano il magnetismo colla dovuta prestezza, di maniera che in cammino i poli si trovavano piuttosto sul diametro orizzontale anzichè sul diametro verticale.

Sistema Jouffroy. — I signori Jouffroy e Séguier, di cui qui descriveremo i sistemi, si sono proposti tanto l'uno quanto l'altro di aumentare l'aderenza onde superare le pendenze molto forti. Essi perciò hanno inutilmente complicata la costruzione delle macchine e quella della strada, poichè venendo impiegato il vapore come motore non si può sviluppare una gran forza che col mezzo di macchine molto pesanti, e queste macchine hanno generalmente bastante aderenza per poter utilizzare di tutta la loro forza. Se adunque si abbandona la locomotiva come motore, dacchè la pendenza oltrepassa un determinato limite, non è pel motivo che essa manchi di aderenza, ma perchè in allora la resistenza, causata dalla componente del peso della macchina, paralella al piano inclinato, essendo considerevole, il peso rimorchiato, in riguardo alla potenza, diventa troppo debole. Se il signor Engherth nelle sue macchine adottò una disposizione appropriata ad aumentare l'aderenza, ha nello stesso tempo combinato il suo sistema in maniera di aumentare la potenza. I sistemi Jouffroy e Séguier non presenteranno dei vantaggi sensibili fino a che non si perverrà a costruire delle macchine molto più leggieri ma nello stesso tempo robuste, ciò che sembra pressochè impossibile se si continua a servirsi del vapore come forza motrice.

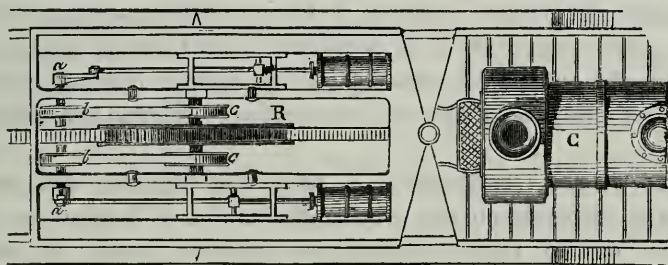
Faremo conoscere primieramente il sistema Jouffroy.

L'apparato motore consiste in tre carri a due ruote fra loro articolati. Il carro anteriore porta il meccanismo motore propriamente detto, quello di mezzo la caldaja, ed il carro posteriore il tender. Questi tre carri sono fra loro congiunti col mezzo di cerniere verticali di una grande lunghezza.

I vagoni si compongono di due casse, ciascuna delle quali è sorretta da due ruote di un gran diametro, libere sulle loro sale, e che ruotano senza strisciare nelle curve anche di piccolo raggio. Le sale attraversano le casse

delle vetture. — Le due metà di un vagone sono fra loro congiunte col mezzo di cerniere situate, l'una nella parte inferiore della vettura, l'altra nella parte superiore. Gli assi di queste cerniere si trovano su di una verticale che va ad incontrare l'asse della rotaja. Infine i vagoni sono attaccati gli uni agli altri mediante molle.

La rotaja venne portata dall' inventore alla larghezza di 2 metri; essa si compone di traverse, cuscinetti e guide. Queste ultime appartengono alla specie che si denomina a banda piatta, e sono in ghisa. Effettivamente esse sono piatte e munite internamente di nervature alte da $0^m 10$ a $0^m 12$. Le ruote, del tutto cilindriche, sono trattenute lateralmente da tali nervature.

Fig. 191.

Nell'asse della rotaja si trova una terza guida *C* (fig. 191), egualmente assicurata sulle traverse col mezzo di cuscinetti. Anche questa guida è in ghisa, essa è leggermente scanalata nella parte superiore e riceve l' azione della ruota motrice della macchina.

L' intelajatura sorregge superiormente due cilindri, come vedesi dalla detta figura, i quali agiscono col mezzo di stantuffi, leve snodate e manovelle sull' albero *a a* situato anteriormente. Col mezzo di coregge, di catene e di carrucole *b b*, *c c* il detto albero trasmette il suo movimento alla ruota motrice *R*, il cui diametro è di $2^m 20$. Questa ruota è in ferro, ed ha la circonferenza munita di due orli sporgenti, tra cui è fortemente assicurata una centina di legno per testa. — La detta centina è fissata sopra un'asse, alla cui estremità è raccomandato tutto il meccanismo, non esclusi i due cilindri a vapore.

La grande ruota, alla quale è applicata tutta la potenza del vapore, è il pezzo principale e, per così dire, l'anima del sistema. Essa scorre sulla rotaja scanalata, che abbraccia cogli orli, e sulla quale ottiene molta aderenza in causa della penetrazione di uno o due millimetri che l' elasticità del legno permette di fare nella scanalatura senza guastarsi. Si può paragonare una tal ruota madre ad un enorme animale a capo del convoglio da esso trascinato o trattenuto con forza eguale a quella di 60 cavalli, il quale abbia il piede

sicuro e non possa sdrucciolare nè uscire dalla sua via più che una carrucola incavata non può abbandonare la rotaja sporgente su cui si fa girare e che ubbidisce ad ogni istante alla mano del conduttore.

Un freno molto forte è governato dalla mano dello stesso conduttore, ed un altro freno ancora più forte è fissato al di dietro del convoglio per moderare la velocità nelle lunghe discese.

Sulle travi longitudinali dell' intelajatura si trovano assicurate due piccole rotelle che basando sulle guide esterne si oppongono a qualunque oscillazione trasversale.

Le carrucole *b b* e *c c* sono a piuoli, di maniera che facendo strisciare le coreggie sui diversi piuoli, si ottengono delle differenti velocità nella corsa del treno per uno stesso numero di colpi di stantuffo. In tal modo il Jouffroy ha potuto far variare lo sforzo di trazione della macchina, restando la forza del vapore costantemente la medesima; in altri termini egli ha costrutto un apparato che sulle tratte orizzontali e leggermente inclinate agisce come le macchine a grandi velocità e sulle rampe riesce conforme alle macchine per le merci.

In questo sistema i cambiamenti di rotaja con tre guide, collocate ad altezze diverse, incontravano una grave difficoltà; ma il Jouffroy ha costrutto un congegno con cui venne superato ogni ostacolo, essendo in facoltà del conduttore di scegliere quella direzione che più gli aggrada e, se fa d'uopo, riparare le inavvertenze dei guardiani.

Il Perdonnet dichiara di non poter approvare la costruzione della rotaja Jouffroy, poichè se trattasi delle guide a bande piatte, esse da molto tempo vennero abbandonate in causa della difficoltà che s' incontra a mantenere le stesse guide in uno stato lodevole; se parlasi poi delle guide in ghisa, furono anch'esse proscritte, inquantochè si guastano e si spezzano, ed a resistenza eguale sono più costose di quelle in ferro.

Inoltre la disposizione dell'apparato motore sembra molto viziosa. Appoggiando la caldaja su di una sola sala, non può essere molto vasta che sotto la condizione di far soffrire alla rotaja un peso enorme. Per questo motivo essa non può costruirsi molto potente.

È permesso adunque dubitare sull'efficacia della guida scanalata del signor Jouffroy per produrre l'aderenza. Fintanto che le scanalature di questa guida saranno recenti, si potrà ottenere l'effetto desiderato; ma allorquando le scanalature stesse si riempiranno di polvere e di detrito proveniente dal quarto in legname, ciò che avverrà sollecitamente, in tal caso la ruota motrice essendo troppo leggera, striscierà. Se il Jouffroy pervenne a sollevare le guide facendo sostenere a ciascuna delle sue sale un peso minore che nelle strade ferrate ordinarie, si comprende tosto essere opportuno di un apparato speciale che sia destinato a produrre un'aderenza ausiliaria; ma abbiamo veduto che

ciò non si è potuto conseguire. È dunque inutile il ricorrere ad apparati mezzani per ottenere questo aumento di aderenza.

La trasmissione del movimento col mezzo delle catene o colle coreggie impiegate dal Jouffroy formerebbe da sola il soggetto di una grave objezione al suo sistema. Nelle macchine che si impiegano attualmente sulle strade ferrate lo scopo proposto si è raggiunto col semplice uso della tensione variabile. Di più allorquando si ascende una rampa la velocità del convoglio diminuisce gradatamente e con essa quella degli stantuffi. Il vapore percorre più lentamente i canali che lo trasmettono dalla caldaja ai cilindri, di maniera che esso giunge in questi ultimi con una pressione molto più elevata, che allorquando la macchina cammina nelle condizioni ordinarie ed è animata da una velocità considerevole.

Infine dobbiamo osservare che quantunque colle ruote libere e coll' articolazione dei vagoni si facciano scomparire le resistenze che emergono al passaggio delle curve dall' essere le ruote fisse alle sale e dal paralellismo delle sale medesime, rimane però tuttavia l'azione della forza centrifuga.

Sistema Séguier. — Il sistema Séguier ha qualche analogia con quello del Jouffroy; le ruote motrici della sua macchina, che sono distinte da quelle che servono di sostegno, sono orizzontali; esse trovansi premute da robuste molle contro una guida centrale assicurata solidamente nell'asse della rotaja e che funzionano come i cilindri dei laminatoj. Questo sistema, che è più semplice di quello del Jouffroy, ha peraltro comune un difetto, che consiste nell'aumentare senza alcun bisogno l'aderenza con una complicazione del meccanismo e della ruotaja.

Compiuta la descrizione dei diversi sistemi di locomozione col mezzo delle macchine locomotive, non ci resterà che di parlare dei sistemi nei quali le macchine fisse hanno preso il posto delle locomotive.

I principali vantaggi che offre la sostituzione delle macchine fisse alle stesse locomotive sono i seguenti, cioè:

1.° Che tale sostituzione lascia luogo a superare le più forti pendenze, poichè non si deve più tener conto del peso dell'apparato di locomozione, e e per conseguenza si possono ottenere delle economie sensibili sui lavori di costruzione.

2.° Che essa permette di adottare dei raggi limitati nelle curve, specialmente allorquando si impiega il sistema atmosferico (*).

3.° Che mette al coperto di ogni pericolo di collisione fra i convogli che camminano in senso contrario, ovvero nella medesima direzione. Sino ad un dato punto essa impedisce lo sviamento dalle rotaje.

(*) Sulla strada atmosferica da Kingston a Dalkey si trovano delle curve di 175 metri di raggio.

4.° Che essa non obbliga ad impiegare un materiale fisso di una solidità proporzionale al peso degli apparati di locomozione.

5.° Infine che col sistema delle macchine fisse riesce più facile il moltiplicare le partenze che in quello delle locomotive.

In quanto ai risparmj che si possono ottenere coll'impiego delle macchine fisse nell'esercizio, essi dipendono essenzialmente dal sistema adottato.

Abbiamo descritto alla pag. 126 il sistema col quale la forza sviluppata dalle macchine fisse viene comunicata ai convogli col mezzo di cordami, e che si conosce sotto il nome di *sistema funicolare.* Il sistema atmosferico differisce essenzialmente nel sistema con cui si trasmette l'azione del motore ai vagoni.

Sistema atmosferico inglese. — L'ingegnere danese Medhurst fino dal 1810 ha proposto di applicare il principio del sistema atmosferico al trasporto delle merci, delle lettere e dei giornali. Ma esso faceva camminare questi oggetti nell'interno di un tubo in luogo di collocarli all'esterno come vedremo più sotto.

Poco dopo Valence tentò di far correre i viaggiatori stessi nell'interno di un tubo in legname, che egli collocava sulla strada di Brighton. Un simile tentativo non ebbe alcun successo favorevole.

In seguito Medhurst, perfezionando le sue prime idee, progettò di trasmettere l'azione di uno stantuffo strisciante in un tubo a dei vagoni situati esternamente col mezzo di un' asta che si moveva in un' apertura o scanalatura longitudinale, praticata nella parte superiore di questo tubo. La detta scanalatura si otturava con una valvola idraulica. Un tale apparato si abbandonò anch' esso, inquantochè il medesimo non poteva impiegarsi che su di una strada costantemente orizzontale.

Nel 1834, l' ingegnere americano Pinkus ottenne un privilegio a Londra per chiudere la scanalatura longitudinale col mezzo di una valvola di corda, ma questa valvola non ebbe un risultato migliore di quella ad acqua. Successivamente il Pinkus tentò dei nuovi mezzi, ma sempre con un successo sfortunato.

Infine i signori Clegg e Samuda imaginarono una valvola che attualmente viene impiegata sulla strada di San Germano, e da questo punto il sistema atmosferico fu in condizione di prendere posto fra i mezzi di locomozione, e rivaleggiò almeno momentaneamente col sistema delle locomotive.

Si hanno due modi per impiegare il sistema atmosferico, cioè quello per *aspirazione* e quello per *compressione.*

Il sistema per *aspirazione* è il solo che sia stato applicato in una scala grande. Esso consiste nel collocare nel mezzo della ruotaja in tutta la lunghezza del cammino, salvo alcune interruzioni, un grosso tubo in ghisa nel quale si move uno stantuffo al cui asse è assicurato uno dei vagoni del con-

voglio mediante una barra di congiunzione. Una fenditura longitudinale praticata nella parte superiore del tubo lascia luogo al passaggio di questa barra. Trascinata dallo stantuffo in movimento, essa scorre nella scanalatura e traduce nello stesso tempo il convoglio. La scanalatura è coperta da una valvola, la quale si innalza per lasciar passare la barra e si chiude subito dopo. La macchina fissa, col mezzo di una tromba pneûmatica, opera il vuoto nel tubo grande in una delle superficie dello stantuffo, il quale in allora è cacciato dalla pressione atmosferica che agisce sull' altra superficie. Il tubo è chiuso alle due estremità mediante valvole speciali. Tale è il principio del sistema atmosferico per aspirazione. Compiremo ora la descrizione entrando in alcuni particolari sulle diverse parti che compongono l'apparato.

La valvola che chiude la scanalatura altro non è se non che una fettuccia di cuojo continuata che trovasi armata da lamine di ferro della medesima lunghezza, situate al disopra ed al disotto e fra loro riunite con chiodi. La fettuccia di cuojo è assicurata lateralmente alla scanalatura col mezzo di un tondino di ferro attaccato interpolatamente mediante bolloni uncinati. In tal maniera la valvola ha la forma di cerniera in tutta la lunghezza e conserva molta flessibilità; essa può lasciar passare la barra di attaccamento, chiudendo subito dopo il tubo tanto anteriormente quanto posteriormente ad una limitata distanza. — Infine il chiudimento si rende possibilmente perfetto mediante un composto di cera e sego che riempie una scanalatura situata nel punto di contatto tra la ghisa e il cuojo.

Il grande tubo è costituito in diversi pezzi della lunghezza ciascuno di circa 3 metri, fra loro riuniti mediante imboccature munite di filaccie imbevute d'olio e di sego che chiudono la congiunzione, non permettendo le dilatazioni ed i restringimenti del metallo.

Lo stantuffo è doppio, esso si compone essenzialmente di due specie di calotte di cuojo imbottite ed assicurate all'asse.

La disposizione è tale, che i bordi per la pressione dell'atmosfera si applicano alle pareti del tubo; preliminarmente però vi si stende uno strato di grasso.

Ai due fianchi ed a destra della barra d'attaccamento, l'asse dello stantuffo è munito di rotelle che sollevano la valvola prima del passaggio dell'asta e la conservano aperta per una data lunghezza. Infine alla estremità opposta dello stantuffo si trova un contrappeso che mette in equilibrio tutto l'apparato ed impedisce allo stantuffo, propriamente detto, di appoggiarsi al basso del tubo. La lunghezza dell'asta deve essere tale che la valvola in niuna circostanza possa essere sollevata alla destra dello stantuffo.

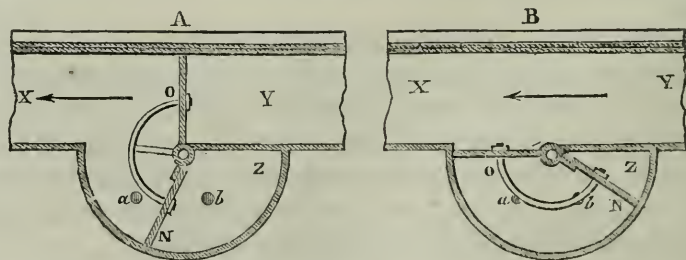
La barra di attaccamento non è molto grossa, ma la sua grande larghezza la mette fuori di pericolo di qualsiasi rottura. Del resto si sono preveduti gli effetti di una forza viva che potrebbe derivare, sia da un ostacolo sulla

strada ferrata, sia da qualche incaglio alla corsa dello stantuffo nel tubo longitudinale. A tal effetto l'asta è collegata al vagone direttore mediante un sistema di congiunzione, il cui organo principale è una caviglia in legname che si rompe in causa di un urto violento, di maniera che lo stantuffo sarebbe in tal modo staccato da tutte le vetture del convoglio. Qualora la fermata dipenda non già da un ostacolo sulla rotaja, ma dallo stantuffo, in allora le vetture non correndo più che colla velocità acquistata, si potranno fermare immediatamente col mezzo dei freni. Lo stesso stantuffo non nascerebbe come un fungo per gettare il disordine nelle stazioni vicine come venne accennato. Secondo le disposizioni adottate, l'effetto della forza viva basterebbe per permettere l'introduzione dell' aria anteriormente, ed in tal modo si eliderebbe compiutamente la velocità.

La barra d' attaccamento è articolata sotto il vagone situato in testa del treno. Posteriormente a questo vagone chiamato *vagone direttore* si trova una rotella che si move, sia colle mani, sia col mezzo di un contrappeso che chiude la valvola subito dopo il passaggio dell'asta. Alcune volte sotto il vagone direttore si colloca un piccolo fornello, carico di fuoco, che fonde il grasso della scanalatura e chiude in tal maniera la valvola al suo posto dopo il passaggio dello stantuffo.

Nelle stazioni ove il treno deve poter passare sulle rotaje di cambio, non che ai passaggi a livello, ove la strada ferrata viene ad incrociarsi con una strada comune, il tubo deve necessariamente interrompersi. In questi luoghi si dovrà disporre in modo che lo stantuffo possa uscire ed entrare liberamente nel tubo. Ma da un altro canto non si potrà ottenere il vuoto nel tubo qualora esso non sia esattamente chiuso alle due estremità col mezzo di valvole, l'una delle quali si chiama d'*entrata*, l'altra d'*uscita*.

Le estremità del tubo si allargano ad imbuto onde facilitare l' ingresso dello stantuffo. Ad una piccola distanza dall' imbuto si trova la valvola di

Fig. 192.

entrata, la quale chiusa è rappresentata dalla fig. 192 A, ed aperta dalla fig. 192 B. Questa valvola si compone di due parti *O* ed *N*, che possono

girare intorno ad un asse comune, la prima nel tubo, che in tale località ha le pareti verticali, partendo dal diametro orizzontale; la seconda in una camera semicilindrica in ghisa posta sotto il tubo. Il vuoto essendo fatto in X e la capacità Z comunicando coll'aria esterna (fig. 192 A), mediante il tubo Y e per l'orificio b, le superficie a destra delle due valvole saranno premute dall'atmosfera, mentre le superficie a sinistra non riceveranno che l'azione dell'aria rarefatta in X. Al momento in cui si dà il segnale della partenza si mettono in comunicazione i due orificj a e b col mezzo di una cassetta analoga a quelle delle locomotive; l'aria contenuta nella capacità Z si precipita nel tubo X, e l'otturatore compresso in allora dall'aria esterna sulla superficie destra della valvola O, obbedendo soltanto a questa pressione, prende la posizione indicata dalla fig. 102 B, e lascia il passaggio libero allo stantuffo, che è subito aspirato dal vuoto del tubo. Tosto dopo che il convoglio è passato, si conduce la valvola nella sua posizione (fig. 192 A) colla mano e col mezzo di una leva. In quanto al movimento della cassetta esso viene eseguito in alcuni casi colla mano, in altri col mezzo delle ruote del treno, che premono una leva sporgente sulle guide. Sovente la valvola d'uscita viene surrogata da uno stantuffo che si move in un cilindro la cui capacità superiore si apre nell' interno del tubo, mentre la capacità inferiore trovandosi chiusa può essa a piacere mettersi in comunicazione coll' atmosfera o col vuoto, col mezzo di una cassetta. La valvola d' uscita è più semplice; essa si compone di un solo otturatore che gira intorno ad un asse orizzontale situato in alto. Il canale che stabilisce la comunicazione fra la macchina pneumatica ed il tubo si diparte da questo ad una determinata distanza dalla valvola. Fintanto che lo stantuffo si trova a monte (a destra) di questo tubo, l'aria che viene cacciata innanzi è aspirata dalla macchina pneumatica, e la valvola rimane applicata al suo posto in conseguenza della pressione atmosferica che agisce sulla superficie sinistra. Ma allorquando lo stantuffo ha oltrepassato il canale d'aspirazione, l'aria che esso caccia innanzi aumenta di pressione, inquantochè cessa di essere tolta dalla macchina, e la sua tensione finisce a diventare superiore di quella dell'atmosfera; in allora la valvola si rialza intorno al suo asse e dà luogo al passaggio dello stantuffo. Se la strada è ad una sola rotaja, è d'uopo di avere a ciascuna delle estremità del tubo una valvola d'entrata, ed un'altra di uscita.

Alla strada di S. Germano le disposizioni del tubo e della valvola longitudinale sono pressochè le medesime che sulla strada irlandese di cui abbiamo ora descritto l'apparato. Solamente lo stantuffo e le valvole d'entrata e d'uscita sono alquanto differenti.

La seguente descrizione dello stantuffo e delle valvole viene ricavata dall'opera dell'Armengaud che porta il titolo: *Pubblicazione industriale delle macchine e degli apparati.*

Lo stantuffo fig. 193 è costituito soltanto da un'asta a forcella F congiunta mediante il bollone a e dai bolloni b che servono d'asse ai dischi G. Una tale

Fig. 193.

asta si prolunga per andare a congiungersi col porta-rotelle, e riceve col mezzo delle attaccature del condotto ordinario r dei manometri, la leva H che serve ad imprimere un movimento d'altalena ai dischi o piatti intorno al loro centro di gravità come cerniera, in maniera di prendere una posizione obliqua nella discesa del vagone. Questa posizione impedisce allo stantuffo di retrocedere e di moversi: ciò nondimeno le guarniture di cuojo passano senza toccarsi e senza rivoltarsi.

Una simile disposizione ha permesso di semplificare il complesso dell'apparato, che ora si compone dell'asta F e dei due dischi precitati G formati da scodellette in ghisa, sui labbri delle quali vanno ad appoggiarsi le guarniture imbottite c. Un secondo disco interno d formato dalla congiunzione dei fogli di lamiera, va ad applicarsi sul lato opposto dei cuoi e li chiude fortemente mediante l'asta forata e.

Vediamo ora con quali mezzi si pervenne a produrre con facilità la posizione obbliqua. La leva H costituisce il seguito di un lungo regolo che si move dalla piattaforma del vagone; e siccome la sua estremità inferiore porta l'asta f bollonata ad una sporgenza interna del primo disco, ne consegue che il movimento impresso al primo di questi pezzi si riproduce sul primo piatto e per conseguenza sul secondo, che si trova collegato mediante l'asta snodata. Si ebbe la cura di tenere il condotto del manometro alquanto lungo, affinchè non possa accadere nè rottura nè allungamento durante l'operazione; d'altronde questo condotto è formato da un tessuto flessibile, impermeabile all'aria ed all'acqua, ed è congiunto solidamente colle scatole in bronzo g.

Il treno del vagone è disposto in modo di potere:

1.° prendere o lasciare lo stantuffo a piacere;

2.° moderare la velocità delle sue ruote col mezzo di un freno potente ed energico;

3.° infine di movere la rotella di chiudimento della valvola longitudinale.

Allorchè lo stantuffo è introdotto nel tubo, è d'uopo eseguire il vuoto

innanzi ad esso; ma per ottenere ciò vantaggiosamente si intercetta qualunque comunicazione col mezzo della *valvola* d' *entrata*, e si fa agire il telegrafo

Fig. 194.

elettrico che avverte coloro che devono mettere in movimento le macchine pneumatiche.

Questa valvola è rappresentata in dettaglio nella fig. 194.

La figura *A* mostra la sezione verticale fatta secondo l'asse del tubo di propulsione.

La figura *B* un' altra sezione verticale perpendicolare alla precedente.

Ed infine la figura *C* un'elevazione esterna paralella alla fig. *A* colla veduta di fianco del meccanismo.

Supponiamo un treno che parta da San Germano; allorchè si chiude la valvola, essa agendo sulla leva *B*, va ad intercettare la comunicazione fra la parte del tubo, in cui si fa il vuoto, e quella nella quale si trova lo stantuffo e per conseguenza il convoglio. Colla prima uscita dell'aria, che viene tolta coi primi colpi di stantuffo delle trombe pneumatiche, essendo interrotto l'equilibrio di pressione sulle due faccie della valvola d'entrata *O*, quest'ultima oscillando liberamente intorno all' asse *j* che le serve di cerniera, tende a ricadere nella sua posizione normale, poichè essa non è trattenuta che dal settore in ghisa *k* e dal suo contrappeso *l*, che divengono bentosto insufficienti. Si è dunque costretti di esercitare sulla faccia in contatto colla parte purgata una pressione fittizia che si può stabilire o far cessare a piacere. Ecco ciò che venne immaginato a quest'effetto. La parte del tubo di propulsione, nella quale si move la valvola d'entrata, è munita alla sua base di un tubetto *m* a cui è bollonato il cilindro *D*. L'interno di questo cilindro, che venne fuso con un orificio superiore *n* ed un altro inferiore o, aperti all'aria libera, riceve lo stantuffo colla guarnitura di cuojo *E* che si collega colla valvola *C*, mediante l'asta snodata *F*, ciò che rende il movimento di questi due pezzi dipendenti l'uno dall'altro. Ora se si vuol impedire alla valvola di ricadere per l'aspirazione dell'aria nel tubo, si scopre l'orificio *o*, e si chiude l'orificio *n* col mezzo della cassetta *p*; l'aria precipitandosi sotto lo stantuffo *E* agisce su tutta la sua superficie, e siccome questa è sensibilmente più grande di quella della valvola d' entrata, si comprende tosto ch' essa conserverà chiuso con una forza che dipende alla sua volta dall'eccedenza di questa superficie, dalla perfezione del vuoto nel tubo di propulsione e dal peso *l* moltiplicato per la lunghezza del braccio o settore *k*. Allorchè questo vuoto si ottiene in un grado conveniente, è d'uopo abbassare la valvola per lasciare il passaggio al convoglio; a tal effetto si cambia la posizione della cassetta *p*, che in allora mette in comunicazione i due orificj *n* ed *o*; nel medesimo istante l'aria che esiste sullo stantuffo è aspirata istantaneamente dalla parte superiore purgata, e ristabilendosi tosto l'equilibrio di pressione, la valvola si apre da sè medesima senza alcun urto per lasciare il passaggio allo stantuffo motore.

Nel caso di qualche accidente, oppure di un falso movimento, il cilindro *D* è guernito alla sua base di una specie di repulsore o molla metallica *q*, che smorza l' urto dello stantuffo, se esso viene a staccarsi; e se vi è un falso movimento, trovasi una valvola di sicurezza *b* che lascia sfuggire l'aria.

Il movimento della cassetta *p* per la distribuzione dell'aria si effettua, sia colla mano, sia collo stesso convoglio. Nel primo caso agisce sull'impugnatura *G*, fa movere l'asse che lo porta, la manovella *r* e l'asta a contrappeso *S*; nel secondo caso si eseguisce col mezzo di un meccanismo particolare molto ingegnoso disegnato in dettaglio nella figura 194 D. Esso si compone di una doppia leva dentellata *H*, situata alla distanza di alcuni metri dalla valvola che la dirige; internata nella guida *i* ed oscillante intorno al suo punto fisso. Allorchè la prima ruota del convoglio fa abbassare la parte ricurva di questa leva, la porzione opposta, che, munita di dentellatura, trattiene il mulinello *I*, lo lascia sfuggire sollevandosi e gli fa prendere la posizione indicata dalle linee punteggiate; ma ciascuna estremità di questo mulinello corrisponde ad un lungo e robusto filo di ferro *u* che si incrocia nel mezzo della sua lunghezza e si attacca ad un secondo molinello *J* che si vede rappresentato dalla fig. 194 B; ne consegue adunque che l'oscillazione di quest'ultimo ha fatto agire la cassetta *p*, che il peso *v* tende sempre a far discendere ed ha chiusa la comunicazione dell'aria per istabilire quella del vuoto. Colla mano si rimettono le cose nello stato primitivo mediante la leva *G*.

La valvola intermediaria, che non esiste nella porzione esercitata della strada ferrata atmosferica di San Germano, ma che si trova nel progetto, doveva servire a limitare la sfera d'azione di ciascuna macchina motrice, e doveva moversi in modo analogo, salvo qualche piccola particolarità, di cui la principale era la scatola a cassetta, che in luogo d'essere in comunicazione coll'aria si trovava invece colla porzione purgata del tubo mediante un condotto ricurvo; il suo principio, il suo movimento ed il suo scopo erano d'altronde i medesimi del precedente.

La valvola d'uscita a San Germano è collocata quasi in vicinanza all'estremità del tubo d'arrivo ed al di là della diramazione sotterranea che serve allo sgombro dell'aria. Disposta sopra dei principj analoghi alle valvole che abbiamo esaminato, essa si move nullameno senza il sussidio dello stantuffo ausiliario, ovvero del contrappeso, come vedremo in appresso. Si vede rappresentata dalla fig. 193 E.

Questa valvola oscillando coll'asse *y* serve a limitare l'ultima sfera d'azione delle macchine pneumatiche; a tal effetto e nel supposto sempre di un treno che parta da San Germano, essa prende la posizione indicata dalla linea punteggiata, ed in maniera che è conservata in questa posizione dalla pressione atmosferica che agisce sopra una delle sue faccie. Allorchè il convoglio arriva e fino a che ha oltrepassato il tubo d'aspirazione delle macchine pneumatiche, situate al di qua della valvola d'uscita, la cassetta *x* si apre come uno strisciatore col mezzo di una leva dentellata, simile a quella che abbiamo più sopra descritta, ed apre l'orificio *z* che trovasi praticato nella scatola *K*. Un tale movimento, che si effettua col mezzo della squadra a contrap-

peso L e coi fili o bastoncini a, ha per oggetto di permettere all' aria esterna di poter penetrare nella porzione di tubo compresa fra la valvola e lo stantuffo motore, dimodochè quest' aria ricacciata sempre più contro la valvola acquista subito una pressione capace di far abbassare la valvola stessa senza alcun meccanismo, e sbarazza in tal maniera il convoglio da qualunque ostacolo, lasciando continuare il suo cammino col mezzo della sola velocità d' impulsione fino all'uscita del tubo.

Nell' interno delle stazioni le rotaje sono disposte nell' egual modo delle strade ferrate colle locomotive. A ciascuna diramazione il tubo è interrotto, ed il convoglio avendo alla testa il vagone direttore che porta lo stantuffo, supera l' interruzione del tubo in virtù della velocità acquistata. Per rendere possibili i movimenti è d' uopo necessariamente che ciascun tronco di tubo comunichi, mediante le sue estremità, colla macchina pneumatica, ed è d'uopo inoltre che questa comunicazione possa interrompersi a piacere dall' uno o dall'altro lato. Infine siccome nei movimenti delle stazioni è d'uopo sovente di percorrere la medesima rotaja in senso inverso ed a brevi intervalli, così bisogna trovarsi in posizione di eseguire il vuoto molto rapidamente in ciascun tubo, ciò che obbliga a collocare una macchina potente in ogni stazione.

I passaggi a livello si costruiscono in due maniere diverse: talora si collocano le guide ed il tubo al fondo di fossetti profondi che si coprono di grosse lamine di ferro per lasciar passare le vetture, le quali lastre vengono levate dal guardiano del passaggio a livello all' approssimarsi del convoglio; talora invece il passaggio a livello rassomiglia a quello delle strade ferrate ordinarie, ed il tubo interrotto in tutta la larghezza della strada è munito di una o due valvole alle sue estremità, secondo che la strada è ad una od a doppia rotaja. Le due porzioni di tubo sono in tal caso messe in comunicazione mediante un condotto sotterraneo.

Non entreremo qui in alcun dettaglio particolare in riguardo alle macchine pneumatiche che si impiegano per eseguire il vuoto nel tubo; queste macchine rassomigliano assaissimo ai mantici degli alti fornelli, se si eccettua che la loro azione è inversa, poichè esse aspirano l' aria del tubo per cacciarla in seguito nell'atmosfera, mentre che le macchine soffianti delle officine metallurgiche tolgono l'aria dall'atmosfera per slanciarla in seguito sul combustibile in ardenza.

La distanza delle macchine fisse non può essere determinata in precedenza; ciò nondimeno è conveniente di non collocare le une alle altre a distanze molto considerevoli, affinchè l'attrito che prova l' aria slanciata dallo stantuffo movendosi nel tubo, non eserciti una contropressione soverchia, mente forte.

Il signor Arnollet ha proposto di accumulare la forza motrice in serbatoj chiusi onde approfittare di tutto l'effetto delle macchine per ottenere una ra-

refazione disponibile costante. Sebbene questo sistema sia ingegnoso ed il Lamè ne abbia fatto l'elogio in un rapporto all'Istituto, ciò non ostante non si sa che finora abbia avuto alcuna applicazione.

Sulle strade a forti pendenze, come sarebbe quella da Pecq a San Germano, basta un sol tubo e la discesa si eseguisce per la sola impulsione della gravità. Ma sulle pendenze limitate sembra difficile di poter esercitare regolarmente una strada ferrata senza collocarvi un doppio tubo.

Nel 1844, nel momento in cui l'attenzione del pubblico era maggiormente attratta dal sistema atmosferico, Roberto Stephenson stendeva una memoria sui vantaggi e sugli inconvenienti di questo sistema in confronto di quello funicolare e del sistema delle locomotive. Non vi era persona meglio di lui capace di studiare tale questione, ma gli si rimprovera di essere soverchiamente parziale a riguardo del sistema delle locomotive, pel quale si pretende che abbia tutta l'affezione di un padre.

Gli esperimenti fatti dopo una tal epoca intorno al sistema atmosferico, hanno provato, ciò non pertanto che le sue conclusioni erano nella massima parte perfettamente giuste. Per questo motivo noi crediamo di doverle riprodurre:

1.° Il sistema atmosferico non è un metodo economico per trasmettere il potere motore, ed è quindi inferiore a questo riguardo alle locomotive ed alle macchine fisse colle funi.

2.° Esso non è capace di acquistare e di conservare in pratica il massimo grado di velocità in confronto di quello che si ottiene col servizio ordinario delle locomotive.

3.° Nella maggior parte dei casi esso non produrrebbe alcuna economia nella primitiva costruzione della rotaja, ed in molti altri questo sistema invece ne aumenterebbe la spesa.

4.° Il sistema atmosferico sarebbe il più conveniente per alcune strade ferrate di breve lunghezza, ove il movimento della circolazione è considerevole e permette di avere dei treni di un peso moderato, ed ove si esigono delle grandi velocità e delle frequenti partenze; inoltre là dove la superficie del terreno è di natura tale da non permettere che si possano avere delle pendenze convenienti per le locomotive.

5.° Il sistema atmosferico potrebbe essere vantaggiosamente applicato sopra brevi linee di rotaje, per esempio su quelle lunghe da 7 ad 8 chilometri in vicinanza alle grandi città, in cui si ha bisogno di una comunicazione frequente e rapida, ma soltanto fra le stazioni principali.

6.° Il sistema atmosferico è applicabile sopra brevi linee, come quella di Blackwall, ove il movimento della circolazione proviene principalmente dai punti intermedj ed ove si ha bisogno di avere frequenti luoghi di fermata fra le stazioni principali, essendo questo sistema di gran lunga inferiore a quello

che consiste nel distaccare le vetture da una fune per soddisfare alle esigenze del commercio immediato.

7.° Sulle lunghe linee di strade ferrate con un sistema sì poco flessibile, quale è quello atmosferico, non può esso servire ad un grande trasporto, ove l' operazione efficace dell' insieme dipende dall' esecuzione perfetta di ciascuna delle sezioni parziali del meccanismo.

Venne instituito dal signor Stephenson il confronto fra le spese di costruzione e di esercizio del sistema atmosferico e del sistema funicolare prendendo per base delle sue calcolazioni, pel sistema funicolare, le spese fatte per la costruzione ed esercizio del piano inclinato di Euston sulla strada di Birmingham, e pel sistema atmosferico quelle fatte per la costruzione e l'esercizio della strada da Dalkey a Kingstown. In tale confronto si ebbe l'opportuno riguardo alle diverse condizioni in cui si trovano le rotaje sulle due linee.

In ciò che concerne il confronto tra la spesa di costruzione e l'esercizio col sistema delle locomotive ed in quello atmosferico, esso ha preso per base nelle sue calcolazioni la spesa della locomozione col mezzo delle locomotive sulla strada da Londra a Birmingham e quella della locomozione col mezzo degli apparati atmosferici sulla strada Irlandese.

In giornata che le locomotive sono state considerevolmente perfezionate, i risultati di simili calcolazioni sarebbero più favorevoli al sistema delle locomotive di quello che non lo erano nel 1844, epoca nella quale il signor Stephenson ha pubblicata la sua memoria.

Il confronto del sistema atmosferico col sistema funicolare venne instituito eziandio dai due ingegneri belgi, signor Maus ingegnere di ponti e strade a Liegi, attualmente ispettore generale nello Stato Sardo, e dal signor Belpaire ingegnere meccanico. Questi dotti furono inviati dal Governo belgio in Irlanda nel 1845 per istudiarvi il sistema atmosferico; allo scopo di stabilire un tale confronto, hanno redatto dopo il loro ritorno un rapporto, le cui conclusioni sono le seguenti:

« 1.° Considerata sotto il rapporto teorico l'aria dilatata impiegata dai signori Clegg e Samuda, come un mezzo di trasmissione del movimento, può restituire tutto l'effetto dinamico impiegato nella rarefazione senza altra perdita di forza, che quella impiegata a dilatare il volume dell' aria contenuta nel cilindro della tromba pneumatica.

« 2.° Praticamente e sulla strada da Kingstown a Dalkey non si ottiene che un effetto utile che può variare da 0, 19 a 0, 20, secondo il grado di dilatazione dell'aria.

« Sopprimendo il condotto applicato tra la tromba ed il tubo pneumatico o propulsore, l'effetto utile aumenterebbe e varierebbe da 0^m 25 a 0^m 31.

« Infine se non esistesse nè condotto intermedio, nè reingresso d'aria, l'effetto utile si innalzerebbe fra i 0, 31 ed i 0, 40.

« Le differenze fra le unità ed i numeri 0, 69 e 0, 60 esprimono adunque le perdite di forza dovute agli attriti ed alle resistenze diverse, tanto della macchina motrice quanto della tromba pneumatica.

« 3.° L' effetto utile si trova al suo massimo allorchè l'aria interna ha una tensione di atmosfere 0, 55, e corrisponderebbe alla tensione interna di 0, 44 se non vi fosse reingresso d'aria.

« 4.° Applicando la macchina di Dalkey a dei tubi di diversa lunghezza l'effetto diminuisce in ragione della lunghezza degli stessi tubi in una proporzione tanto più rapida quanto più l' aria è dilatata; il massimo, che per la lunghezza di un chilometro è 0,35, diviene per 5 chilometri 0,24; il grado di dilatazione è inoltre limitato dalla lunghezza del tubo; questo grado per la lunghezza di 5 chilometri non può punto oltrepassare i chilogrammi 0, 375, il che corrisponde ad una pressione dinamica sullo stantuffo di atmosfere 0, 625.

« 5.° Il sistema di trazione dei signori Clegg e Samuda, con tutti gli altri sistemi, esige una spesa che cresce colla velocità.

« 6.° Il sistema atmosferico agendo in un modo intermittente e non esercitando che degli sforzi assai deboli, esige una doppia rotaja ancora di più che colle catene.

« 7.° Allorchè s' impiegano le catene per trasmettere gli sforzi a grandi distanze l'effetto utile decresce a misura che aumentano la velocità e la lunghezza, ma in una proporzione diversa, la quale è più rapida per la velocità che per la lunghezza.

« L'effetto utile dipende d'altronde dal rapporto che si stabilisce fra la resistenza prodotta dal peso dei convogli e le resistenze passive del sistema di trasmissione.

« L'effetto utile delle macchine dei piani inclinati di Liegi rimorchiando dei convogli ordinarj da 50 a 60 tonnellate colla velocità di 20 chilometri, è di 0, 68 per un cammino di circa 2, 000 metri; questo effetto utile si ridurrebbe a 0, 588 per una velocità doppia ed a 0, 636 per una lunghezza doppia.

« 8.° Instituendo un confronto fra le catene ed il sistema atmosferico e rendendo le condizioni possibilmente eguali, per quanto lo permetta la diversa natura di questi due metodi di trazione, noi troviamo che per servire una distanza di 3 chilometri, appartenente ad una linea a doppia rotaja, la forza motrice pel sistema atmosferico sta a quella che si esige colle catene nel rapporto:

Da 100 a 27 per le velocità di 20 chilometri all'ora.
Da 100 a 61 » » 40 »
Da 100 a 99 » » 60 »

« L'effetto utile nel sistema atmosferico sta all'effetto utile colle catene nel rapporto:

Da 100 a 274 per la velocità di 20 chilometri all'ora
Da 100 a 143 » » 40 »
Da 100 a 89 » » 60 »

« 9.° Le spese di costruzione dei motori nei due sistemi essendo sensibilmente proporzionali alla loro forza, le catene hanno sul nuovo sistema un vantaggio sensibile per la velocità limitata che decresce a misura che essa diventa più considerevole, e si stabilisce l'eguaglianza allorchè la velocità è di circa 60 chilometri all'ora.

« Le spese di costruzione dei tubi in confronto alle catene e relative puleggie di sostegno, presentano una differenza considerevole, che raggiunge un mezzo milione circa per una lega di 5 chilometri.

« 10.° Le spese d'esercizio comprendono nell'uno e nell'altro caso il combustibile; nel sistema atmosferico vi sono inoltre l'ingrassamento e la sorveglianza dei tubi, la manutenzione ed il rinnovamento dei cuoi, degli stantuffi e delle valvole; e per il sistema funicolare l'ingrassamento delle puleggie di sostegno, la manutenzione ed il rinnovamento delle catene.

« Confrontati sotto il rapporto della spesa in combustibile, le catene presentano sul sistema atmosferico un' economia altrettanto maggiore quanto più la velocità è minore; si trova l'eguaglianza allorquando la velocità è di 55 chilometri all'ora, ed un vantaggio in favore del sistema atmosferico per le velocità maggiori; in quanto agli altri titoli di spesa l'esperienza non permette ancora di stabilire una cifra esatta; ma la differenza in favore dell'uno o dell'altro sistema, avuto riguardo alle spese di sorveglianza dei tubi, è poco considerevole.

« 11.° Sotto il rapporto della sicurezza, sembra che le catene possano presentare i medesimi vantaggi del sistema atmosferico.

Da tutto ciò che si è detto risulta:

« Che sulle porzioni di strada leggermente inclinate, avendo riguardo soltanto alle spese di costruzione e di esercizio, il sistema delle locomotive è da preferirsi al sistema atmosferico.

« Che sulle porzioni di ferrovia la cui pendenza raggiunge il 3 per cento le spese di costruzione e d'esercizio sono inferiori pel sistema atmosferico.

« Che nello stato attuale di perfezione dei due sistemi atmosferico e funicolare, le catene lasciano luogo ad ottenere dei diversi gradi di velocità in uso e che non si possono oltrepassare senza accrescerne la spesa, colla medesima sicurezza e con delle spese di esercizio notevolmente inferiori, allorchè la velocità è di 20 chilometri all' ora; eguali allorquando la stessa velocità è di 55 chilometri, e superiori al di là di questo limite; ma la differenza

favorevole in quest' ultimo caso è troppo debole per giustificare l'eccedenza considerevole di spesa di costruzione che esige il sistema atmosferico. In conseguenza ci sembra poco suscettibile di un' utile applicazione al servizio ordinario delle strade ferrate ».

Brusselles, 8 *febbrajo* 1845.

Ma le precedenti considerazioni non sono le sole che possono influire sulla scelta del sistema di locomozione; ve ne sono altre che si devono far entrare nelle calcolazioni per adottare o per abbandonare il sistema atmosferico.

Esse sono le seguenti:

1.° Si rimprovera al sistema atmosferico, più ancora che a quello funicolare, di prestarsi imperfettamente alle esigenze di un servizio molto attivo. L'apparato atmosferico sembra incomodo specialmente pel servizio delle grandi stazioni dei viaggiatori e delle merci, ove le macchine concorrono cogli uomini al movimento dei convogli. Se può essere ammissibile in alcuni casi particolari e per una linea breve, la sua applicazione alle grandi linee presenta dei gravi inconvenienti.

2.° Se il sistema atmosferico ammette delle curve di piccolo raggio, non si verifica la stessa cosa nel sistema funicolare. Queste curve aumentano notevolmente la resistenza ed il consumo delle catene; laonde si sono erogate delle somme considerevoli per evitarle sui piani inclinati di Liegi.

3.° Non è così facile nel sistema delle macchine fisse di aumentare o diminuire a piacere la forza motrice come in quello delle locomotive. L'aumento del lavoro giornaliero colle macchine fisse ha un limite, mentre che colle locomotive il lavoro può subire un aumento indefinito.

4.° La costruzione dei passaggi a livello, senza essere impossibile col sistema atmosferico, è più difficile che in quello delle locomotive.

5.° Abbiamo veduto che nel caso in cui un convoglio va ad incontrare un ostacolo sulla rotaja, lo stantuffo nel sistema atmosferico si stacca senza molto sforzo, ma l'urto non è tolto e non può essere attenuato che col mezzo dei freni, mentre che nel sistema delle locomotive si impiega la stessa macchina per fermare il convoglio ad una data distanza dall'ostacolo.

Roberto Stephenson in un rapporto interessante che abbiamo di già citato si esprime nei seguenti termini sulla difficoltà che presenterebbe l'esercizio di una grande linea col sistema atmosferico.

« Giungiamo ora alla questione dell'esattezza relativa, e vediamo che sopra questo punto il rapporto contiene alcune considerazioni che si riferiscono all'applicazione pratica del sistema atmosferico, le quali militerebbero assaissimo contro il medesimo, quando pure le spese primitive e quelle di esercizio fossero in suo favore. Ho già indicati i motivi, dice lo Stephenson, pei quali

io considero una doppia serie di macchine come necessarie per esercitare una linea come quella da Londra a Birmingham; ma io non ho fatto in quella parte di rapporto alcuna attenzione all'importanza di una doppia serie di macchine per la questione dell'esattezza, inquantochè mi limitai allora alle considerazioni che riguardavano le prime spese di costruzione ed il modo di schivare l'urto dei treni che corrono in direzione opposta.

« Esaminando il sistema sotto il rapporto dell' esattezza del servizio, rimarchiamo che a ciascuna distanza da 3 a 4 miglia i treni sono trasportati da una macchina a vapore ad un' altra; che ciascun treno avanzandosi fra Londra e Birmingham deve passare, per così dire, fra 38 sistemi diversi di meccanismi; che l'operazione perfetta dell' insieme dipenderà da ciascuna parte individuale, e che un accidente serio che accadesse ad una delle macchine estenderebbe la sua influenza immediatamente a tutta l' intera serie. In tali circostanze è ragionevole di supporre, con una serie di meccanismi così vasta come quella che abbisogna, delle eventualità che tosto o tardi potranno accadere. Se le conseguenze colpiscono un treno soltanto, queste eventualità saranno di poca importanza; ma qualora esse si estendono non solo su tutta la lunghezza della ferrovia, ma ben anche a ciascuno dei treni successivi che devono passare dalla località ove si verificò l'accidente, fino a che vi si è posto rimedio, sia che vi s'impieghi un'ora od una settimana, si deve ammettere che i pericoli d' irregolarità sono considerevoli.

« L'applicazione della macchina la più vicina per sostituire quella che si trova in difetto non fa scomparire interamente la difficoltà, essa mitiga il male, ma non si può ammettere come un rimedio, poichè ciascuno dei treni successivi proverebbe una diminuzione eguale di velocità, ed il ritardo avverrebbe per ogni treno, qualunque fosse la sua destinazione, ed a ciascuna rotaja che si trovasse in comunicazione con quella su cui ebbe luogo l'accidente. È un punto che mi sembra presentare una delle maggiori difficoltà per l' applicazione del sistema alle grandi linee di strade ferrate pubbliche quello che una linea dipenda dall'operazione uniforme ed efficace di una serie complicata di meccanismi inerenti ad un'altra linea colla quale è in relazione; questa difficoltà è di tale grandezza, che io dubito molto che si possa mettere in esecuzione un simile sistema, quantunque il medesimo fosse superiore in tutti gli altri punti a quello delle locomotive, sopra una catena di ferrovie, come sarebbe quella che esiste fra Londra e Liverpool, ovvero fra Londra ed York.

« Questa difficoltà, che è insormontabile ed inerente a tutti i sistemi che fanno uso di macchine stazionarie, fu l'oggetto di un esame accurato prima dell' apertura della strada ferrata da Liverpool a Manchester, inquantochè nacque la questione di applicarvi le macchine stazionarie ed i cordami; si prese allora in matura considerazione l' obiezione secondo la quale tutta la

linea dipendeva da una delle parti e si è deciso che forti ostacoli si elevavano contro questo sistema. Nel corso delle mie investigazioni io sono di bel nuovo entrato in un profondo esame sulla possibilità di servirsi delle accennate macchine stazionarie, ma non pervenni ad allontanare gli ostacoli che si oppongono ad ottenere una tale esattezza di esecuzione, che divenne indispensabile in tutte le comunicazioni colle strade ferrate.

« Le valutazioni colle loro conseguenze che attualmente si discutono non si riferiscono che al meccanismo col mezzo del quale si trasmette il potere, motore; ma le strade ferrate sono eziandio soggette ad altri casi fortuiti che non si possono trascurare. Il sistema atmosferico esige una fondazione ferma e costante affinchè il tubo d' aspirazione si conservi precisamente nella posizione che gli conviene per il libero passaggio dello stantuffo. Nel caso della strada di Kingstown è molto facile a conservarlo in questa posizione di stabilità, poichè tutta la linea è tagliata nella roccia; ma sui riporti recentemente effettuati, il terreno si abbassa non solo a poco a poco, ma in un modo rapido, ciò che distrugge interamente la continuità delle guide e non lascia tutt'al più che una sola linea di rotaje di cui si possa usare pel passaggio dei treni nelle due direzioni. Tali eventualità hanno luogo negli sterri e nei rialzi in quasi tutte le linee importanti delle strade di questo paese, ed esse resero inevitabile durante molti giorni di seguito l'uso di una sola linea di rotaja pei treni che corrono in direzione opposta. Niuna delle nostre grandi strade ferrate ne va esente, quantunque siano trascorsi già alcuni anni dalla loro apertura. Non sarà un anno che la strada ferrata da Londra a Birmingham fu costretta a servirsi nelle due direzioni in due o tre luoghi alla volta dell'espediente di cui parliamo, quantunque fossero passati più di sei anni dacchè la linea era aperta alla circolazione.

« Ma qualora si volessero menzionare tutti i particolari di queste eventualità, si allungherebbe soverchiamente questo rapporto; nè sarebbe d'altra parte conveniente intavolare delle questioni intorno alle quali si possono avere delle opinioni diverse; io ho preferito adunque di mettere da un canto tutti questi dettagli di minor importanza e di limitarmi a menzionare le obiezioni che si attaccano al sistema in modo assoluto. Per tal maniera io non ho fatto parola delle obiezioni che possono esistere e che impediscono di usarlo in un movimento complicato con delle stazioni intermedie di una linea di strada ferrata, allorchè è d'uopo di dover cambiare costantemente la posizione delle vetture di un treno, allorquando si vuol far retrocedere un treno in movimento, collocare le vetture distanti dalle rotaje di cambio, ec. ec. Non ho fatto del pari alcuna allusione alla necessità che esiste di avere dei freni potenti e dei guardiani a ciascuna vettura onde arrestare i treni allorchè la macchina continua a dare tutto il suo potere motore. Ho creduto di dover omettere interamente simili obiezioni e molte altre ancora di minor impor-

tanza, onde fermare soltanto l'attenzione sui tratti principali dell'invenzione, e di non ritenere come difficoltà alcun punto che non sia evidentemente annesso al sistema medesimo e pel quale non si avrebbero i mezzi per recarvi alcun rimedio ».

Il sistema atmosferico sembra adunque del tutto inapplicabile per l'esercizio di una grande linea e sulle pendenze deboli percorse ordinariamente dalle locomotive. Esso venne abbandonato in Inghilterra sulle linee con pendenze limitate, alle quali si era tentato di applicarlo. L'esperienza ne ha definitivamente condannato l'uso in molte circostanze; ma sulle pendenze che oltrepassano il 3 per cento, il servizio colle locomotive diventa molto dispendioso od anche impossibile, ed inallora il sistema atmosferico può essere suscettibile di applicazione.

Il signor Flachat, che ha fatto costruire ed esercitato il piano inclinato di San Germano, e che è l'ingegnere francese il più competente in tale opinione, ecco in qual modo si esprime:

« Il sistema atmosferico non mi sembra suscettibile di essere applicato vantaggiosamente nelle condizioni in cui si trova in giornata se non che sui piani inclinati; le principali difficoltà che si oppongono alla sua adozione sulle grandi lunghezze consistono nelle spese di costruzione e nella difficoltà di proporzionare lo sforzo agli effetti da prodursi senza far variare le dimensioni del tubo secondo le rampe; io non vedo alcuna soluzione a questa difficoltà.

« Havvene un'altra, la quale consiste nella perdita di forza che risulta dall'uso di una valvola che è sempre permeabile all'aria.

« Una quarta difficoltà risulta dall'impossibilità di far funzionare economicamente i focolaj delle macchine potenti durante alcuni minuti soltanto della giornata.

« Non è adunque che pei piani inclinati che mi sembra doversi limitare l'applicazione del sistema. Ma sotto questo rapporto presenta dei vantaggi molto evidenti.

« Il primo consiste nella combinazione che esso permette dello sforzo di trazione sviluppato dalle locomotive con quello che è esercitato col mezzo di un tubo atmosferico.

« Supponendo il tubo situato sotto la rotaja ad un livello bastante per lasciar passare il carro che porta lo stantuffo al quale si attacca la macchina locomotiva, un treno potrebbe superare senza alcun ritardo le altezze più considerevoli.

« Prendendo per esempio la strada ferrata di San Germano, il cui piano inclinato si compone della lunghezza di 1000 metri, nel quale le rampe variano fra gli elementi di 120 metri, da zero a 0, 035 millimetri per metro ed una rampa di 0, 035 millimetri su di un chilometro di lunghezza, la

macchina locomotiva l'*Anteo*, che pesa 27 tonnellate, rimorchia 14 vetture di viaggiatori da 6 a 7 tonnellate, allorchè lo stato dell'atmosfera assicura una completa aderenza.

« La strada ferrata atmosferica non ha potuto rimorchiare che 10 vetture di questo peso; ma se il tubo era collocato sotto la rotaja sarebbe stato inutile di dividere i treni in dieci vetture, e nei giorni d'affluenza la possibilità di far salire 24 vetture alla volta e per treno, lascerebbe alla strada ferrata il grave inconveniente, che essa presenta, di una forza limitata a dieci vetture, più che bastante per 340 giorni dell'anno, ma insufficiente durante i 25 giorni di festa o d'affluenza.

« La strada ferrata atmosferica di San Germano non ha giammai fallito.

« Essa fino a quest'oggi ha fatto ascendere circa 45 mila treni all'altezza di 52 metri mediante un piano inclinato della lunghezza di due chilometri; non accadde giammai alcun accidente, la sicurezza del servizio è assoluta, la sua facilità è tale che mi sembra meritare sotto questo titolo l'attenzione più seria degli ingegneri.

« In quanto all'economia, essa è evidente; l'applicazione delle locomotive alle rampe del 35 per mille, non può effettuarsi che colla condizione di conservare le guide ed i quarti delle ruote in uno stato di siccità o di grande umidità perchè si possa conseguire la maggior aderenza; quest'aderenza che va sino a 15 ed a 20 chilogrammi per tonnellata, si riduce a 6 od a 7 chilogrammi per l'interposizione delle materie che la bagnano più leggermente; ora la rugiada, il ghiaccio, le foglie degli alberi, la neve, le minute e grasse pioggie d'autunno e di primavera producendo questi effetti assai frequentemente, non può essere assicurato un servizio regolare, a meno che la rotaja non sia sottratta alla loro influenza; per questi motivi il piano inclinato di San Germano non potrebbe essere servito mediante locomotive se non nel caso che venisse interamente coperta la rotaja e difesa dalle influenze atmosferiche.

« Ma la combinazione del sistema atmosferico e della potenza delle locomotive eviterà nella maggior parte dei casi, pei piani inclinati, questa condizione dispendiosa.

« In quanto all'economia dell'applicazione, non si può a meno dal dichiarare che il sistema atmosferico non dovrebbe essere impiegato che là dove le macchine locomotive riescono impotenti; ciò non pertanto importa di far osservare che se si fa astrazione dall' interesse del capitale di costruzione, la spesa di trazione mediante la strada ferrata atmosferica, comprendendo l'ascesa e la discesa, non è molto maggiore di quella che occorre per un treno di merci sulle pendenze ordinarie, poichè essa non eccede i franchi 1,90 per chilometro, calcolando il carbon fossile a 35 franchi la tonnellata e comprendendo la manutenzione del tubo e della valvola.

« Da questa valutazione risulta adunque che anche in giornata, qualunque altra soluzione, oltre la strada ferrata atmosferica, sarebbe imbarazzante per poter servire il piano inclinato di San Germano.

« Sotto un tal punto di vista cercando le applicazioni del sistema combinato, che avrebbero semplificate le grandi difficoltà che presentarono le costruzioni delle strade ferrate in Francia, assorbendo un capitale che in un dato istante inceppò le migliori speculazioni, io citerò l'attraversamento di Rouen, il quale poteva essere fatto in modo da mettere la strada ferrata in piena relazione colla città in luogo di passarvi al di sotto; l'attraversamento di Lione che ha ritardato per molti anni la congiunzione colla linea del Mediterraneo; l'attraversamento della Nerthe che ha posto in pericolo la strada da Marsiglia ad Avignone; il passaggio della vetta lungo la strada da Lione a Blaisy; il piano inclinato che deve congiungere la stazione delle merci della strada del Mediterraneo col porto della Joliette a Marsiglia.

« Io credo che nelle proposte che vennero fatte per risolvere queste grandi difficoltà dell'arte, gli ingegneri fecero totalmente astrazione dal sistema atmosferico e si sono privati perciò di un mezzo col quale poter risolvere con economia e con rapidità le difficili questioni che loro presentava la configurazione del terreno.

« L'applicazione del sistema atmosferico alla congiunzione della rete francese colle reti straniere attraverso le regioni montuose, che nel mezzogiorno della Francia rendono difficile questa unione, non mi sembra poter essere travisata in un modo generale.

« Ovunque possono essere attraversate le montagne mediante pendenze che non oltrepassino al massimo il 30 o 35 per mille, io credo che impiegando una rotaja molto robusta e delle potenti macchine locomotive e coprendo questa rotaja con una galleria per difenderla dalle influenze atmosferiche (*), si raggiungerà lo scopo nel modo più economico, vale a dire evitando più che sia possibile i movimenti di terra e le opere d'arte, coll'adottare le pendenze molto forti e ripetute e delle curve assai strette.

« L'unica condizione che si deve soddisfare per approfittare di tutti i progressi che l'arte ha fatto intorno alle macchine locomotive, è quella di sottrarle dall'influenza dello stato atmosferico che ne attenua l'aderenza.

« Ma è probabile che nella configurazione del suolo si presenteranno delle disposizioni che obbligheranno ad oltrepassare i limiti d'inclinazione indicati superiormente.

(*) Altrove abbiamo detto che le rotaje nelle gallerie sono ordinariamente coperte di materie grasse che ne diminuiscono l'adesione. Ciò dipende specialmente dalle acque cariche di terra che trapelano e cadono dalla vôlta. Lo stesso effetto non avrebbe luogo sulle rotaje al disopra delle quali venisse costrutta una tettoja ricurva in ferro od in legno, come quella che ha proposto senza dubbio il sig. Flachat per difenderle dalle influenze atmosferiche.

« Le sommità dei Pirenei, per esempio, presentano nel versante del mezzodì delle inclinazioni generalmente molto deboli; al contrario nel versante del nord le pendenze sono molto forti.

« Questo fenomeno è talmente generale, che una disposizione contraria si può dire eccezionale; si assicura che lo stesso fenomeno si verifica anche nelle Alpi i cui versanti sarebbero molto più a picco dal lato d'Italia che dal lato francese.

« Per queste disposizioni di località possono abbisognare delle rampe di una inclinazione superiore a quelle che sono in grado di superare le locomotive.

« In questo caso l'uso del sistema atmosferico mi sembra il più suscettibile di qualunque altro di funzionare in un modo del tutto indipendente dallo stato dell'atmosfera, ed in conseguenza io non esiterei punto di consigliarne l'impiego, prescrivendo però di costruirlo immediatamente colle dimensioni necessarie per rimorchiare i treni che le macchine locomotive possono condurre al piede delle rampe, senza essere costretti di suddividerli.

« Con questo mezzo io credo che tutti i passi di montagna conosciuti possono essere attraversati senza gallerie, oppure con gallerie di limitata lunghezza.

« In tal caso la rotaja dovrebbe essere costrutta in modo che una determinata quantità di neve cadendo sul suolo non possa coprirla, ed, in qualunque circostanza, che ne sia facile lo sgombro; il sistema atmosferico sotto questo rapporto presenterebbe dei mezzi infinitamente più efficaci che le macchine locomotive.

« All'uso del sistema atmosferico nei territorj montuosi si è obbiettata la difficoltà che si dovrà provare nell'ingrassamento della valvola nei tempi di gelo.

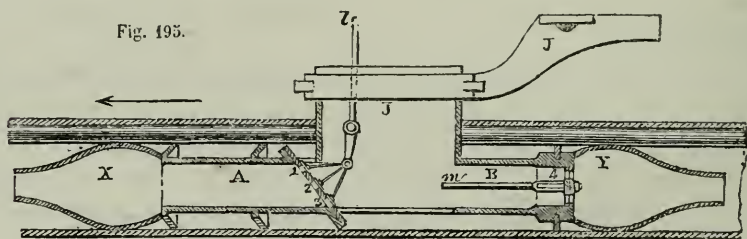
« Io credo che sia possibile di migliorare la costruzione in maniera da ommettere il grasso. Se poi è indispensabile di impiegarlo, si potrebbe formarlo in maniera che le basse temperature non abbiano che una debole azione su di esso. Io ne ho fatta l'esperienza sino a dieci gradi sotto zero.

« Farò infine un'ultima osservazione sulla lunghezza dei tubi. Io non vorrei oltrepassare i tre chilometri di lunghezza dei tubi per ogni macchina, e calcolerei nella valutazione dello sforzo di trazione un vuoto corrispondente al più di 37 centimetri di abbassamento di mercurio.

« Nell'assegnare una soverchia lunghezza al tubo vi è effettivamente un inconveniente. Io penso che quantunque le giunture siano fatte con materiali che hanno una qualche elasticità, si devono attribuire ai movimenti di dilatazione le mobilità di queste giunture e le riparazioni che si rendono a ciò necessarie. Sarebbe d'uopo avere delle compensazioni a distanze più vicine di quelle state collocate. Una tale manutenzione d'altronde è assai costosa.

Sistema Hallette. — Il signor Hallette adottò il principio del sistema atmosferico stato impiegato sulla strada da Kingston a Dalkey ed ha modificato soltanto la valvola longitudinale, lo stantuffo, e le valvole alle due estremità del tubo.

Il tubo di propulsione porta in tutta la sua lunghezza ed ai due lati della scanalatura un'appendice pressochè semicilindrica, nella quale si collocano due tubi di tessuto resi impermeabili ed elastici. Questi tubi, sotto l'influenza dell'aria compressa che vi si introduce, si gonfiano e si premono l'uno contro l'altro operando il chiudimento del tubo di ferro. La barra di congiunzione dello stantuffo col vagone conduttore passa fra questi due tubi preservati dal consumo mediante bande di cuojo molto elastiche conservate costantemente untuose. I tubi in tessuto che si sono separati per lasciar passare la stessa barra si riavvicinano immediatamente dopo il passaggio della medesima. La barra, di congiunzione stata impiegata dapprincipio dal signor Hallette era cava. Essa si componeva di due fogli di lamiera che costituivano una specie di tubo di forma ovale. L'aria rientrava posteriormente allo stantuffo, per questa specie di apertura lenticulare. Lo stantuffo propriamente detto A e B (fig. 195) era costituito di due parti, l'una A colle sporgenze ricoperte da bande di cuojo che sfregavano contro le pareti interne del tubo atmosferico, e l'altra B. La parte A terminava ad un estremo con due rami elastici X che le servivano di guida, ed essa era chiusa all'altra estremità mediante

Fig. 195.

un diaframma in cui erano praticati i fori 1, 2 e 3 coperti ordinariamente da valvule che il meccanico poteva sollevare col mezzo della leva l. L'altra parte B era altresì un cilindro di metallo colla guarnitura in cuojo. In questo cilindro si trovava la valvola 4 che si moveva col mezzo di un'asta scanalata m messa alla portata del meccanico insieme alla leva l. Essa era eziandio guidata dai rami elastici.

Per camminare innanzi si fa il vuoto in X, il meccanico chiude le valvole 1, 2 e 3. Essendo aperta la valvula 4 dello stantuffo B, il convoglio si avanza spinto in tal caso dalla pressione atmosferica esercitata sullo stantuffo A. Se al contrario il meccanico apre le valvole 1, 2 e 3 e chiude la valvola 4,

l aria s' introduce nello spazio X ove si è fatto il vuoto, la pressione diventa eguale da una parte e dall' altra dello stantuffo, ed il convoglio non si avanza più che in virtù della velocità acquistata. Ma la valvola 4 essendo chiusa, l'aria esterna cessa di introdursi dalla parte Y del tubo propulsore posteriormente allo stantuffo di mano in mano che esso cammina; e quella che esisteva di già nella parte Y si espande. La pressione in allora diminuisce posteriormente allo stantuffo, e vi è un eccesso all'innanzi. Di là nasce una forza opposta al cammino del convoglio che tende a farlo retrocedere. Si vede che in tal modo il meccanico può far camminare lo stantuffo a piacere nell'una o nell'altra direzione.

Lo sfregamento contro i tubi in tessuto dell'asta ovale d'attaccamento essendo considerevole, l'Hallette ha modificato il suo sistema riducendo l'asta ad un semplice foglio di lamina della larghezza di $0^{m}12$ sopra $0^{m}02$ di grossezza, e la presa d'aria non avendo più luogo nell'interno della stessa barra d'attaccamento, essa si effettua mediante valvole speciali situate sui tubi di tessuto. L'asta dello stantuffo rimove queste valvole col mezzo di rotelle che s' incontrano in una leva; del resto non cangiano punto le altre disposizioni dello stantuffo.

Al sistema Hallette si sono fatte le seguenti obbiezioni di cui l'esperienza ha confermato il valore.

Il tessuto di cui sono composti i tubi sembra che debba subire tutte le influenze atmosferiche. La pressione dei tubi contro l' asta non sarebbe costante e può diventare alcune volte eccessiva. L'apparato da ultimo adottato pel reingresso dell'aria è complicato e sottoposto a frequenti guasti. La pressione esterna tende a cacciare il tubo nella fenditura.

La valvola che chiude il tubo propulsore presenta eziandio delle disposizioni particolari. Essa ha nella parte inferiore una cerniera, a destra ed a sinistra della quale essa può rivolgersi orizzontalmente. La facoltà che possiede di potersi movere in tal maniera nei due sensi facilita moltissimo il servizio con un sol tubo. Lo stesso convoglio la può movere. A tal effetto il primo vagone, ovvero il vagone direttore, porta delle rotelle che vanno ad appoggiare su di una leva, la quale col mezzo di altre leve e di squadre fa strisciare i chiavistelli che conservano la valvola nella posizione verticale. L' aria cacciata tra lo stantuffo e questa valvola la preme fortemente per ribatterla nel senso del movimento prima che giunga lo stantuffo. Un operajo la rialza dopo il passaggio del convoglio e mette di nuovo il tubo nello stato di funzionare.

Sistema Hédiard. — Il signor Hédiard ha immaginato un sistema di valvole forse di un'applicazione più facile di quella di Hallette. La sua valvola offre specialmente il vantaggio di rendere meno difficile l'ingrassamento della valvola inglese; noi crediamo utile di descriverla. Ricaviamo le seguenti linee dall'opera interessante dell'Armengaud di già citata.

L'apertura longitudinale praticata nella parte superiore del tubo di propulsione è in questo sistema chiusa da due lamine d'acciajo che formano molla; queste lamine hanno la larghezza da 0^m 11 a 0^m 12 e sono molto sottili in tutta la loro lunghezza; esse sono piegate ad arco di cerchio e si presentano dalla loro convessità, ed il contatto delle loro parti superiori abbraccia una limitata superficie. Queste molle non sono abbandonate a sè stesse, ma poggiano esattamente sul tubo di propulsione, la cui superficie esterna presenta la concavità necessaria a tale effetto; non hanno che la sporgenza da 0^m 04 a 0^m 05 al disopra delle pareti della fenditura. Nella parte superiore sono assicurate col mezzo di viti e corrispondenti madreviti nella ghisa, non che di regoli che servono a premerle egualmente in tutta la loro lunghezza. Assicurate in tal maniera a molta distanza dalla fenditura, queste molle sono assicurate in modo tale che le superficie superiori in contatto non esercitano l'una sull'altra che una pressione molto debole.

Per compiere il sistema e per impedire che l'aria non possa penetrare nell'interno del tubo di propulsione, trovasi collocato in tutta la lunghezza un serbatojo chiuso da due bocchette orizzontali e riempito di grasso: esso contiene le molle e s'innalza di alcuni centimetri al disopra della parte elevata.

Sistema Pecqueur. — Il Pecqueur in parità dell'Andraud si è proposto di far funzionare le locomotive col mezzo dell'aria compressa ad una data pressione. Parlando della locomotiva Andraud abbiamo già veduto che non sembra possibile di far portare il serbatojo d'aria compressa dal veicolo. Il Pecqueur ha immaginato di spingere quest'aria in un tubo chiuso, che scorre in tutta la lunghezza della rotaja, il quale è destinato per serbatojo ed ove tiene la forza accumulata.

Per farla giungere nelle camere di distribuzione, questo tubo chiuso, è munito di distanza in distanza di tubetti a valvola messi in comunicazione con delle cassette o strisciatori cavi di grandi dimensioni che fanno parte delle stesse locomotive, i quali sono posti in movimento da un meccanismo che vi è aderente. L'aria compressa, che essi racchiudono, si porta ai cilindri, nello stesso modo del vapore, col mezzo di un tubo metallico, una parte del quale si è fatta elastica per prestarsi alle oscillazioni ed agli urti che possono sopraggiungere nel cammino.

Questo sistema di distribuzione lascia luogo ad avere una tensione costante a ciascuna presa d'aria, ovvero a ciascun tubetto del gran serbatojo longitudinale.

Il sistema Pecqueur sembra troppo complicato per essere suscettibile di un'applicazione facile, ed al medesimo si possono fare in gran parte gli stessi rimarchi che abbiamo indicati pel sistema atmosferico per aspirazione.

Il Pecqueur ha eziandio immaginato una disposizione che gli permette di impiegare l'aria compressa per far correre uno stantuffo locomotore come nel sistema atmosferico per aspirazione.

Sistema Chameroy. — Il Chameroy colloca nel terreno, in tutta l'estensione della strada ferrata e fra le due rotaje, un condotto in lamiera di ferro e bitume *T* (fig. 196), di un diametro determinato ed esperimentato a dieci

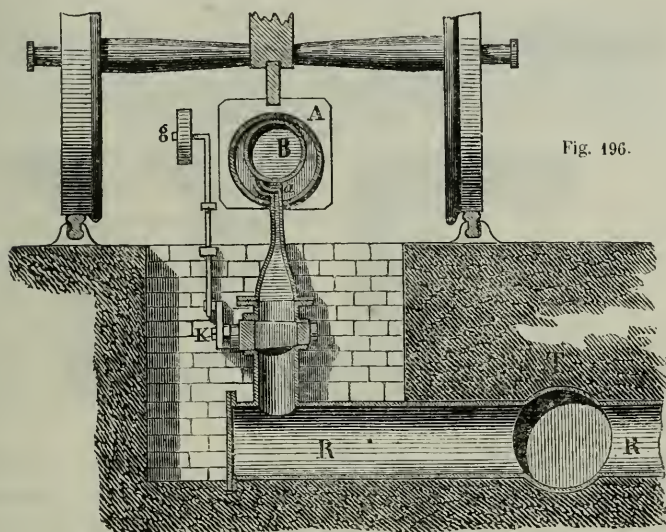



Fig. 196.

atmosfere. Questo condotto è chiuso, vale a dire non ha nè apertura, nè valvole longitudinali, nè valvola d'entrata; esso è riempito d'aria compressa col mezzo di macchine fisse a vapore, ovvero con macchine idrauliche od a vento.

Su questo immenso serbatojo sono collocate delle diramazioni *R* a delle distanze da 50 a 100 metri circa; tali diramazioni, che vanno a finire al centro della rotaja, ove essi sono solidamente assicurati, fanno l' ufficio di stantuffi e servono a distribuire in tempo utile l'aria compressa.

La parte di queste diramazioni che si trova nel terreno è munita di un robinetto a cui è applicata una leva; l'altra parte, che ascende sul livello del terreno, è costituita di un condotto in lamiera molto schiacciato. All' estremità superiore di questo condotto schiacciato è praticato un gargame, al disopra del quale trovasi assicurato, orizzontalmente e paralellamente alla rotaja, un tubo cilindrico *B* (fig. 197) terminato da due coni *c* e *c'*; l'uno di questi coni *c* è chiuso, l' altro cono *c'* è aperto mediante una quantità di piccoli orificj: esso porta una guarnitura in cuojo.

Una simile disposizione nella diramazione forma una delle parti più ingegnose di questo apparato come un nuovo mezzo di trasmissione delle macchine fisse. Esso permette l'applicazione dell'aria compressa alla locomozione dei convogli col mezzo di un apparato mobile attaccato ai vagoni.

Il suddetto apparato è composto da due tubi metallici riuniti fra loro mediante giunture flessibili in maniera da formare un sol tubo articolato, allargato ai suoi estremi, ed al quale è praticata inferiormente un' aper-

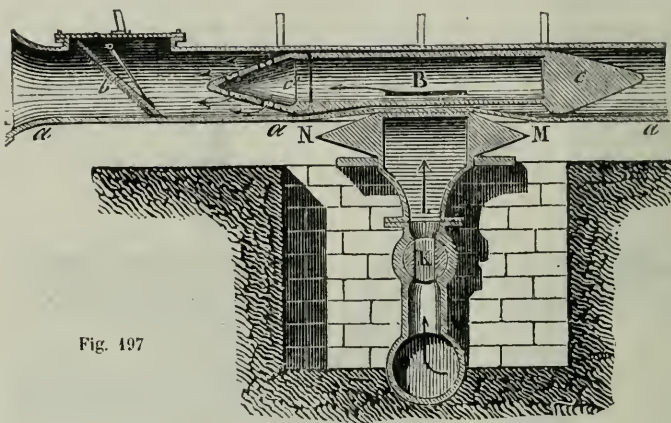



Fig. 197

tura longitudinale *a a a*. Una tale apertura è chiusa nell' interno da un coreggiuolo in cuojo che fa l' ufficio di valvola. Questo coreggiuolo si trova libero in tutta la sua lunghezza ed è trattenuto a ciascuna estremità da un braccio X montato a cerniera agli estremi del tubo articolato. A cadauna estremità di questo tubo è inoltre disposta una valvola metallica b situata obliquamente, la quale si move a cerniera.

Nella parte anteriore e posteriore del tubo articolato si trovano dei denti per l'aprimento e chiudimento dei robinetti delle diramazioni.

Sotto la mano del conduttore sono disposte delle leve per far movere questi denti e le valvole b.

In tal maniera costrutto il detto tubo, è sostenuto da molle fisse ad un treno mobile, oppure attaccate sotto i vagoni.

Vediamo ora in qual modo funziona questo apparato locomotore.

Il condotto T si riempie innanzi tutto d'aria compressa a molte atmosfere. Il tubo locomotore è attaccato ai vagoni. Va annesso al medesimo uno stantuffo fisso che forma parte della prima diramazione.

Si chiude allora dal conduttore, col mezzo delle leve, la valvola anteriore b, e si tiene aperta l' altra valvola. Essendo prese queste disposizioni, si apre colla mano il robinetto K; l'aria compressa sfuggendo subito dal condotto, attraversa il canale schiacciato, il tubo orizzontale B, come pure gli orificj praticati nel cono c', e penetra nella parte del tubo locomotore compresa fra la valvola chiusa e la guarnitura in cuojo. L' aria compressa non avendo alcun' azione sullo stantuffo fisso B, che forma un punto d'appoggio, la sua potenza agisce soltanto su tutta la superficie della valvola anteriore b. In

allora il tubo locomotore striscia sulle guarniture circolari e trascina il convoglio al quale esso è congiunto.

Allorquando l'estremità posteriore del locomotore giunge sul tubo orizzontale *B*, un dente fa chiudere il robinetto *K*.

Essendo chiuso il condotto, il tubo locomotore abbandona la prima diramazione e si avanza in virtù della velocità acquistata; allorchè esso arriva sulla seconda diramazione, la valvola anteriore *b* è subito sollevata e mediante il cono chiuso *c* essa striscia sul tubo orizzontale *B* e si chiude allorchè ha oltrepassato il cono aperto *c'*. Nello stesso momento il braccio *X*, che porta il coreggiuolo in cuojo *a a*, è diretto dalla guida inferiore *M*; il medesimo passa, come pure questo coreggiuolo, nel gargame orizzontale *a* ed è subito sostituito dalla controguida *N* e dallo stantuffo *B*. Durante questo movimento l'apertura longitudinale del tubo locomotore lascia il passaggio al condotto schiacciato. Allorchè la valvula anteriore *b* ha oltrepassato il cono aperto *c'*, e questa valvula si è chiusa, il dente situato in testa al locomotore fa aprire il robinetto *K*, l'aria compressa sfuggendo di bel nuovo dal condotto va a colpire la valvula anteriore *b*, e dà un nuovo impulso al tubo locomotore insieme al convoglio al quale è collegato. Col mezzo di tali impulsioni successive il convoglio percorre la linea senza interruzione.

Il sistema Chameroy sembra adunque meno ancora del precedente che si possa prestare ai bisogni del servizio.

Nel caso che il vagone direttore di un convoglio si trovi accidentalmente fermato fra due stantuffi fissi, come si potrà metterlo in moto? come avrà luogo il servizio delle grandi stazioni sopra una moltitudine di rotaje? Se un convoglio oltrepassa una stazione intermedia, come lo si farà retrocedere? Come si potrà sui terreni in rialzo, conservare al sistema tutta la precisione di esecuzione che è necessaria perchè funzioni convenientemente? Sembra molto difficile di rispondere in un modo soddisfacente a tali questioni ed a molte altre ancora.

Sistema Piatti. — A Peckman, in vicinanza di Londra, nel 1848 venne costrutto un modello del sistema imaginato dal signor Piatti per l'applicazione dell'aria compressa come forza motrice ai convogli che corrono sulle strade ferrate. Nel febbrajo del 1853 si proponeva dall' autore al Governo Sardo l'applicazione di questo medesimo sistema per il passaggio delle Alpi, e precisamente per attraversare il Cenisio onde congiungere la rete delle strade ferrate piemontesi a quelle francesi. — Ma la proposta non venne accolta ed invece si trovò di adottare il progetto avanzato dagli ingegneri Sommeiller, Grandis e Grattoni, di cui già abbiamo fatto parola alla pag. 113 del vol. I.

Ecco in che consiste il sistema del signor Piatti.

Nel mezzo di una rotaja ordinaria di strada ferrata viene collocato un tubo longitudinale in tutta la lunghezza, nel quale scorre uno stantuffo premuto

dalla forza di tensione dell' aria compressa, che mediante trombe prementi, messe in azione da macchine fisse, si fa defluire in detto tubo.

Lo stantuffo spinto con una velocità proporzionata al grado di tensione che lo anima ed al peso dei vagoni da rimorchiare, trasmette la sua azione al primo vagone del convoglio mediante una verga che lo congiunge.

Una fenditura longitudinale praticata nella parte superiore propellente, dà passaggio alla verga di congiunzione, ed una valvola pure longitudinale, che si move internamente, mantiene chiusa la fenditura stessa, la quale non si apre che al momento del passaggio dello stantuffo.

Delle valvole trasversali poste di distanza in distanza intercettano la comunicazione di tutta la lunghezza del tubo, e permettono di stabilire delle sfere d'azione nelle quali agiscono rispettivamente le macchine fisse disposte a diversi intervalli.

Predisponendo l'aria compressa entro serbatoj, si ha il vantaggio d'impiegare delle piccole macchine stazionarie.

Il tubo propulsore è formato in varj pezzi che si imboccano vicendevolmente interponendo nei luoghi di congiunzione degli anelli di gomma elastica vulcanizzata.

La valvola che chiude la fenditura longitudinale del tubo è costituita da due fascie di cuojo, fra le quali vi è una banda di tessuto di gomma elastica vulcanizzata; alla fascia superiore di cuojo è applicata un'armatura di lamina di ferro inchiodata ad articolazione. — La parte di tubo di propulsione, nella quale si move la valvola trasversale, è munita alla sua base di una camera rettangolare a cui è applicato un tubetto a vite. Questo tubetto è in comunicazione col serbatojo dell'aria compressa, o direttamente colla macchina comprimente. Alla partenza od al passaggio di un convoglio l'aria condensata defluendo pel tubetto solleva la valvola facendola girare sul suo asse, ed esercitando su di essa tutta la forza di tensione la obbliga a rimanere aderente alle pareti del tubo longitudinale.

Intercettato in tal modo per una parte il passaggio all'aria compressa, che si precipita nel tubo propulsore, essa si dirige per l'altra parte e va ad animare lo stantuffo in corso.

Cessata l'azione motrice dell'aria compressa, la valvola trasversale ricade in virtù del proprio peso, a cui si aggiunge la forza gravitante di una leva, ed in tal modo ritorna libero il passaggio allo stantuffo per la corsa susseguente.

I serbatoj d'aria compressa, da collocarsi interpolatamente di fianco alla strada, consistono in grandi recipienti di lamina di ferro di forma cilindrica. Il loro ufficio è quello di ricevere l'aria che di mano in mano viene condensata dalle trombe comprimenti e di tenerla in serbo per poi trasmetterla qual forza motrice dietro lo stantuffo scorrente nel tubo di propulsione.

Un robinetto mette in comunicazione il serbatojo col tubo longitudinale, ed un regolatore a manometro d' aria compressa mantiene l' uniformità del deflusso.

L'apertura del robinetto può eseguirsi tanto dal custode del serbatojo, quanto dal convoglio che passa. Contemporaneamente all'aprimento del robinetto si chiude la valvola trasversale, di cui si è fatto cenno più sopra, perchè possa agire l' aria dispensata dal serbatojo sullo stantuffo rimorchiatore.

Quantunque il sistema Piatti sia assai ingegnoso e presenti molti vantaggi su quelli ad aria rarefatta, come ha notato anche il *Morning Journal* di Londra, pure non si può dire che esso sia del tutto scevro degli inconvenienti che sono comuni a tutti i sistemi di simil genere. D' altra parte la pratica non ne ha constatato il buon servizio, non essendosi fin qui applicato in dimensioni normali per la trazione dei convogli lungo le strade ferrate.

Sistema Grassi. — Quantunque al principio di questo capitolo ci siamo proposti di non parlare se non che di quei sistemi i quali abbiano ottenuto la sanzione della pratica, ciò non pertanto non possiamo dispensarci dall'entrare in alcuni particolari intorno alla nuova locomotiva ad elice ideata dal dottor Grassi, sia perchè essa ottenne il suffragio di istituti scientifici e quello di persone distinte in questa materia, sia perchè stanno per attuarsi quanto prima sul suolo inglese gli esperimenti del nuovo sistema da una società in accomandita, diretta da uomini molto competenti in simili imprese (*).

Tutti sanno che qualora la pendenza di una strada ferrata supera una determinata misura, essa non può essere percorsa dalle locomotive, ed è d'uopo ricorrere alle macchine fisse od a qualsiasi altro sistema dispendioso e di dubbia riuscita. Ora colla nuova locomotiva Grassi si crede di poter ascendere comodamente la pendenza del 50 per mille con un peso di 100 tonnellate compreso quello della macchina, e colla velocità che raggiungerebbe sino i 19 chilometri all'ora.

Fra le molte persone state interpellate sul nuovo sistema Grassi vi è eziandio l'ingegnere civile Cap. Moorsom, membro dell'Istituto degli ingegneri civili di Londra, il quale in un rapporto del 1857 ebbe a provare l'attendibilità dello stesso sistema, dichiarando che la locomotiva ad elice *poteva*

(*) La società in accomandita si deve costituire col capitale di 625000 franchi in 50 mila azioni. Le associazioni si ricevono tanto in Londra quanto in Milano, ed in quest'ultima città presso il dott. notajo Giuseppe Velini — Per tale esperimento la Società della strada ferrata che da Londra si dirige verso il nord-ovest dell' Inghilterra ha liberamente accolta la domanda dei promotori, e sotto determinate condizioni ha concesso il terreno necessario, nelle vicinanze del tunnel di Watford, per eseguire l'esperimento del nuovo sistema nella lunghezza di 1500^{m}.

essere vantaggiosamente applicata ai piani inclinati delle ferrovie, per cui si sarebbe potuta proporre a quelle società di strade ferrate già costituite od in corso di formazione, le cui linee avessero ripide ascese da superare.

Anche l'Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti, stato richiesto del suo giudizio, trovò in massima commendevole l'idea, ed opinò potersi far luogo ad un esperimento a carico del Governo, tanto per incoraggiare l'ingegno, quanto perchè nel caso di un esito favorevole il sistema Grassi sarebbe riuscito di sommo vantaggio anche allo Stato.

Per dare qui un' idea concreta intorno a questa nuova locomotiva ed alle opere d'aggiunta che occorrerebbero alla strada ferrata onde possa agire la medesima, ci serviremo dello stesso rapporto letto nel 1857 dalla Commissione instituita dal prefato Istituto di Scienze, Lettere ed Arti per l'esame del sistema.

« Nel mezzo del binario di una strada comune a rotaja di ferro va stabilita una fila di travi longitudinali, detti dormienti, della larghezza di 25 e della grossezza di 20 centimetri circa. Lungo questa linea e ad una distanza di 106 centimetri l'una dall'altra (da centro a centro) sono da porsi delle girelle aventi il diametro di 21, e l'altezza o grossezza di 7 centimetri circa. Si rendono esse mobili intorno ad assi o fusi ne' detti dormienti solidamente fissati. A questi fusi è assegnato il diametro di circa 6 centimetri, e si dà loro la lunghezza occorrente per essere chiusi a vite sotto i dormienti, e sporgere al di sopra tanto quant' è la grossezza delle girelle.

« Le guide sono stabilite su travi disposte all'americana, cioè in direzione parallela all'asse della strada. Si collegano esse fra loro e coi dormienti delle girelle per mezzo di contrafforti trasversali, che ad ogni metro circa di distanza stringono con chiavarde le tre file di travi longitudinali in un solo sistema (*).

« Sotto la caldaja della macchina a vapore stanno i cuscinetti che sostengono il cilindro o nocciolo dell'elice: esso è lungo 162 centimetri circa ed ha il diametro di quasi 18 centimetri.

« Intorno a questo cilindro si avvolge il filo dell'elice, inclinato al suo asse per un angolo di circa 18 gradi, avente lo spessore di 5 e il diametro di

(*) Dall'ingegnere Moorsom venne instituita la seguente calcolazione per le maggiori spese che occorrono pei lavori d'aggiunta alla strada ferrata.

Il costo delle ruotelle o puleggie coi relativi assi, per un miglio di un sol binario di guide N. 1668 ruotelle . . . . sterline L. 3336

Il costo del legno addizionale o N. 3989 piedi cubici di legno ad uno scellino e 6 pence sarà di . . . . » 299

Il costo dell'adattamento e posizione in opera di siffatti legni a 9 pence per yard sarà di » 66

Costo totale per un miglio, sterline L. 3701

Che corrisponde a franchi 61600 circa per ogni chilometro di strada.

33 centimetri: avvi dunque sul nocciolo il risalto di centimetri 7 e $^1/_2$ quasi pari alla grossezza delle girelle.

« Il passo dell'elice, ossia la distanza da un verme all'altro, da asse ad asse, è di centimetri 31 e $^1/_2$: l'elice dunque, che componesi di 5 vermi, farà con 5 passi, vale a dire con cinque rivoluzioni complete, un cammino di circa 158 centimetri.

« Ora, poichè la distanza fra due girelle consecutive è di 106 centimetri, e per conseguenza di 212 l'intervallo compreso fra tre di queste, chiaro apparisce come la vite per il tratto di 54 centimetri e $^1/_2$ resti in presa con una sola girella. Andiamo a riconoscere la maniera con cui s'imprime alla vite il moto di rotazione.

« Coll'asse delle ruote motrici della locomotiva forma corpo una ruota conica col diametro di 82 centimetri circa, munita di 54 denti, che s'impegnano ne' 18 denti di un rocchetto, posto ad angolo e fermamente unito colla estremità di un albero avente il diametro di 11 centimetri, il quale all'altezza di circa 47 centimetri dall' elice (da asse ad asse) può girare parallelamente ad esso. Il detto albero viene colla sua seconda estremità a fissarsi nel centro di una ruota col diametro di 72 centimetri fornita di 48 denti che s'ingranano coi 12 denti di un secondo rocchetto posto a capo dell'elice medesimo.

« Ora per il rapporto sussistente tra il numero dei denti della ruota conica e il numero dei denti del rocchetto che le si congiunge ad angolo, dovrà questo effettuare tre giri intanto che la ruota conica ne compie uno. Similmente per il rapporto tra il numero dei denti della seconda ruota e il numero dei denti del secondo rocchetto, questo compirà quattro giri intanto che quella ne eseguisce uno. Si rende quindi aperto dovere quest'ultimo, e con esso l'elice, ripetere 12 giri nel tempo che la ruota conica e per conseguenza la ruota motrice impiega a farne un solo.

« E dappoichè Moorsom assegna alla ruota motrice della locomotiva, che si propone di costruire, il diametro di 122 centimetri, per ogni rivoluzione della ruota motrice l'elice spingerassi avanti e per conseguenza la locomotiva farà il cammino di circa 382 centimetri.

« L'ingegnere inglese intende costruire per l'applicazione del sistema Grassi una locomotiva con cilindri esterni di 46 centimetri di diametro, collo stantuffo della corsa di 61 centimetri e con caldaja bastantemente capace a somministrare il vapore (ad espansione variabile) necessario per correre sul piano inclinato del 5 per cento colla velocità non minore di 19 chilometri all'ora, e con un carico di 100 tonnellate, unitovi il peso della locomotiva e del tender formanti un solo corpo, dovendo quest'ultimo essere congegnato sulla stessa locomotiva; la quale secondo i computi di Moorsom peserà complessivamente circa 28 tonnellate.

« Per conseguire tale velocità dovrebbe la ruota motrice ripetere 4974 volte all'ora la sua rivoluzione, fare cioè 82 giri e $^{9}/_{10}$ al minuto primo, un giro e poco più di un terzo al minuto secondo, e per conseguenza la vite sarebbe condotta a compiere 16 giri e mezzo al minuto secondo. »

Premessi questi cenni di descrizione intorno al nuovo sistema Grassi, il rapporto passa ad esaminare le principali difficoltà che nella pratica applicazione si affacciarono alla Commissione. Tali difficoltà si riassumono nelle seguenti:

1.° Il sistema ad elice va esso incontro agli stessi inconvenienti pei quali i comuni ingranaggi (primi ad essere messi alla prova) furono dalla pratica rifiutati?

2.° La vite non potendo in causa dell'obliquità del verme agire parallelamente al suo asse, non potendo cioè mettersi in presa colle rotelle in direzione ortogonale alla linea che percorre la locomotiva, ma di fianco alla medesima, deve esercitare una spinta laterale e produrre forse dannosi spostamenti.

3.° La indispensabile stragrande velocità di rotazione dell'elice procurata dai rapporti dell'ingranaggio rende ingenti le resistenze, cagionando tremiti ed urti che obbligheranno forse a troppo frequenti riparazioni.

4.° La disposizione data agli organi ricevitori, trasmissori, operatori creando la necessità di una perfetta armonia tra i loro movimenti, se per una meno precisa costruzione o per corrosioni avvenute la vite mandasse avanti il convoglio più o meno di quanto lo fanno avanzare le ruote motrici, non si potrebbero evitare gli strisciamenti, i contrasti, le reazioni fra gli organi medesimi, circostanze le quali, oltre il consumo inutile di potenza, cagioneranno notabili deperimenti.

5.° Le spese di esercizio della potente locomotiva Moorsom, quelle di manutenzione dell'intero sistema Grassi, potrebbero riuscir esse cotanto ingenti da sconsigliarne l'adozione?

Queste diverse difficoltà vennero prese in attenta disamina dalla Commissione scientifica. Essa osservò innanzi tutto che l'applicazione delle girelle alla distanza di circa un metro l'una dall'altra è un perfezionamento notevole dell'ingranaggio, il quale per la rigidezza e per l'attrito del sistema, costituiva un attrito rodente e soggiaceva a continue rotture.

È passata dipoi ad esaminare la resistenza che potevano opporre le girelle. Nel supposto pertanto dell'inclinazione della strada del 5 per cento, ossia per un piano inclinato, il cui angolo coll'orizzonte abbia il seno $=0,05$, ovvero un ventesimo del raggio, lo stesso piano inclinato distrugge diciannove ventesimi del peso totale; per cui nel caso di 100 tonnellate il fuso od asse della girella dovrebbe sostenere lo sforzo di 5 mila chilogrammi. Dietro tale considerazione e nel riflesso che una parte della forza traente deve essere vinta dalla locomotiva, la pressione che verrebbe esercitata sul

detto asse residuerebbe a circa chilog. 1700, che è molto limitata in confronto della resistenza assoluta che presenterebbe l'asse medesimo.

Per soddisfare alle condizioni del sistema deve l'elice compiere sedici rivoluzioni al minuto secondo, come già si è avvertito più sopra. Questa velocità sorprende bensì, ma non è senza esempio; l'elici dei bastimenti a vapore fanno mille giri al minuto primo, nè sembra che la resistenza sui loro perni vi debba essere minore. — Ma relativamente agli urti che possono essere prodotti sulla locomotiva, sia dagli ingranaggi applicati all'elice, sia dalle rotelle esistenti sulla strada, la Commissione non ha potuto determinarli astrattamente, dipendendo ciò in gran parte dalla minore o maggiore esattezza del meccanismo.

Si è osservato che la spesa di manutenzione della strada non poteva superare di molto quella occorrente colle guide ordinarie, ed in ogni caso la mancanza di una girella non avrebbe arrecato alcun accidente alla corsa del convoglio.

In quanto alle spese di esercizio osserva che ammettendo il piano inclinato del 5 per cento, la tensione approssimativa di 3 atmosfere e la velocità di 19 chilometri all'ora, si dovrebbero abbruciare nella nuova locomotiva chilog. 584 di coke per ogni ora di salita, ossia chilog. 307 per ciascun chilometro di strada.

Da tutto ciò la Commissione scientifica fu indotta a conchiudere:

1.° Il sistema ad elice ovvia molti inconvenienti del comune ingranaggio e i più gravi.

2.° Le spinte sugli assi delle rotelle possono essere sostenute e senza danno assorbite dalla resistenza effettiva degli assi medesimi, offrendo un ampio margine per assicurare da questo lato la stabilità del sistema.

3.° La velocità di rotazione dell'elice, invero grandissima, non è maggiore di quella da cui è animata nei battelli a vapore: le condizioni per altro essendo diverse nei due casi, e non porgendo la teoria sicuri criterj per valutarne le differenze, è d'uopo consultare l'esperienza per decidere se, e di quanto convenga ridurre quella velocità.

4.° Nemmeno per riguardo agli effetti dei tremiti e degli urti la scienza offre sicuri mezzi di valutarli: tuttochè v'abbiano indizj per credere ch'essi possano rendersi meno nocevoli di quello che si teme.

5.° Non riesce così difficile in pratica di ottenere la perfetta e concomitante azione delle ruote motrici e dell'elice, come non si rende malagevole mantenere tale armonia coll'uso continuato. Si è detto peraltro che l'ingegnere Moorsom avendo pensato di mettere un po' in ritardo l'elice a confronto delle ruote, divisò con arte di assoggettare il sistema a un lieve difetto che diminuisce coll'uso, e permette alle ruote di essere rettificate sul tornio.

6.° Si ritiene che dall'adozione della locomotiva ad elice possa risultare notabile risparmio nelle spese d'esercizio e manutenzione, avuto riguardo al maggior peso utile che si può per essa trasportare ad onta di una maggiore pendenza.

Strade eoliche. — Il sistema eolico, che è un'invenzione del signor Andraud, quello stesso delle locomotive ad aria compressa, consiste in una tavola situata in coltello fra due rotaje; a ciascun lato di questa tavola è applicato un tubo di tessuto flessibile ed impermeabile all'aria. Questi tubi, denominati propulsori, comunicano, di distanza in distanza mediante robinetti, con un tubo serbatojo laterale a tenuta d'aria e resistente che accompagna la rotaja in tutta la sua lunghezza. A delle distanze, che variano a piacere, sono collocate delle pompe poste in azione da una forza qualunque. Tali pompe comprimono l'aria nel tubo serbatojo da cui si fa passare a piacere nelle sezioni dei tubi propulsori, col mezzo di robinetti.

Le vetture che trasportano i viaggiatori o le merci sono armate anteriormente di un apparato composto di due cilindri che si chiudono a volontà in maniera da poter premere fortemente i tubi propulsori contro la tavola.

Allorchè il vagone è disposto in tal modo, si apre il robinetto di partenza, l'aria si introduce subito nella parte posteriore dei tubi, questa interruzione dell' aria compressa agisce sopra dei cilindri che nel cammino conducono il vagone. Giunto all'estremità di una sezione, il vagone passa senza fermarsi sulla sezione seguente, nella quale si introduce egualmente l'aria. Non è necessario di lasciar aperto il robinetto sino al momento in cui il vagone è arrivato all'estremità della sezione; si può chiuderlo anche prima, e l'aria in allora agisce per tensione e perdendo naturalmente e gradatamente la sua potenza di propulsione, senza che il treno spinto dalla velocità acquistata perda della stessa velocità.

Allorchè si desidera di fermarsi, si schiudono i cilindri, l'aria sfugge dai tubi senza agire su di essi e si serrano i freni. L'uomo incaricato del movimento del robinetto lo chiude, se è ancora aperto.

Il sistema eolico presenta tutti i vantaggi e gli inconvenienti dei sistemi a macchine fisse, e si attribuiscono al medesimo alcuni altri inconvenienti che gli sono proprj. Laonde i tubi di propulsione in tessuto rivestiti di caoutchouc non sembrano suscettibili di lunga durata e sono soggetti a guasti frequenti. Non si rende egualmente un conto esatto della perdita di forza che avrà luogo nella trasmissione della potenza dal motore ai vagoni mediante il processo Andraud. Vi è luogo a dubitare ch'essa sia considerevole.

Si sono conseguiti settanta privilegi per perfezionamenti al sistema atmosferico. La loro descrizione si trova nell'opera dell'Armengaud.

Locomotive sulle strade ordinarie. — Vennero fatti molti esperimenti, specialmente in Inghilterra, allo scopo di impiegare le locomotive

sulle strade ordinarie. Si pervenne senza grave difficoltà a farle correre assai velocemente; ma ciò non bastava: era d'uopo che le medesime potessero camminare con economia, ma la spesa fu sempre eccessiva.

Un tale risultato del resto era facile a prevedersi. Infatti una macchina ruotando su di una strada ordinaria, potrà a maggior ragione correre su di una strada ferrata. Ora essa tradurrà sulla ruotaja ferrata orizzontale un carico otto o dieci volte più considerevole che sulla strada comune. Il peso morto sulla strada ordinaria in confronto di quello sulla strada ferrata sarà adunque eccessivo. Questo rapporto riesce ancora più sfavorevole sulle pendenze del 5 per cento come si incontra sulla maggior parte delle strade francesi, ed anche su quelle italiane nella parte montuosa. Il carico tradotto dalle stesse macchine potenti sarà assai debole.

Una seconda obiezione che si fa all'uso delle locomotive sulle strade ordinarie s'appoggia alle variazioni di aderenza. In tutte le parti ove la strada è asciutta ed in buona condizione, vi sarà un eccesso di aderenza, ma questa aderenza diminuirà assaissimo sulle parti fangose ed in quelle che saranno state recentemente riparate.

Infine le spese di manutenzione delle locomotive sulle strade ordinarie saranno enormi. Esse sono già molto forti sulle ferrovie che sono perfettamente unite; che diverranno poi su di una strada il cui terreno presenta sempre disuguaglianze più o meno sensibili, più o meno numerose?

Perchè si possano usare con qualche vantaggio le locomotive sulle strade ordinarie è d'uopo adunque: 1.° che il tracciamento soddisfaccia presso a poco le medesime condizioni di quelle volute colle strade ferrate, ciò che renderebbe la costruzione eccessivamente costosa; 2.° che siano mantenute nella miglior condizione possibile, di maniera che la superficie risulti pressochè unita come quella delle strade ferrate, locchè se non è impossibile, sarebbe senza dubbio molto dispendioso.

Per le quali cose tanto in Inghilterra quanto in Francia si sono definitivamente abbandonati gli esperimenti intrapresi allo scopo di impiegare le locomotive sulle strade ordinarie.

Coloro però che desiderassero di conoscere le disposizioni adottate dal Gurney e da altri che si sono occupati della costruzione delle locomotive per le strade ordinarie, troveranno le notizie più complete a tale riguardo nell'interessante memoria pubblicata nel 1833 dal Mary, ispettore generale di ponti e strade.

L'ingegnere signor With dopo di aver preso in considerazione i diversi sistemi fin qui impiegati per ottenere una locomozione economica, tanto sulle strade ferrate quanto sulle strade comuni, verrebbe a conchiudere che il sistema attuale dei trasporti sulle ferrovie è quello più razionale e più economico.

ESPERIENZE INSTITUITE SULL'ABBRUCIAMENTO DEL CARBON FOSSILE NELLE LOCOMOTIVE.

Allorquando ebbero origine le strade ferrate a grande velocità, venne interamente proscritto il carbon fossile come combustibile destinato ad alimentare le locomotive, e ciò in causa del fumo che esso produceva. Laonde tanto il governo francese quanto quello inglese nei capitolati annessi agli atti di concessione hanno prescritto che le macchine sarebbero fumivore; con che si è supposto che esse non abbruciassero che del coke. D'altronde alcuni ingegneri attribuiscono al carbon fossile il difetto di distruggere in breve tempo i tubi della caldaja.

Diventando sempre più costoso il coke, ed alcune società, come sarebbe quella della ferrovia dell'Est in Francia, trovandosi quasi nell'impossibilità di procurarsi la quantità bisognevole, si sono fatte delle esperienze allo scopo di sostituire al coke del miscuglio di carbon fossile e di coke, od anche del solo carbon fossile, col consumare il fumo del medesimo.

L'uso di un miscuglio di coke e di carbon fossile non ha dato un risultato favorevole. Si è trovato che malgrado le cure ed i miglioramenti introdotti nei condotti del fuoco e la scelta dei carboni, l'aspirazione necessaria per la combustione del coke era troppo energica pel carbon fossile, che passava nella camera del fumo ed andava ad ostruire i tubi. Inoltre l'altezza del carico nei focolaj essendo necessariamente considerevole in conseguenza dell'uso del coke in questo miscuglio, la combustione del carbon fossile era assai incompleta: allorchè era grasso, produceva molto fumo: se era magro, si discioglieva cadendo in cenere e rendendo la combustione difficile (*).

(*) Nel commercio si danno diversi nomi al carbon fossile secondo l'abbondanza delle materie bituminose che esso contiene e la grossezza dei pezzi.

Sotto il primo punto di vista si suddividono in carboni *grassi* e *magri*.

Si distinguono tre qualità di carboni *grassi*:

1. *Il carbone grasso propriamente detto*, che contiene molto bitume ed idrogene; è molto ricco di carbonio; i suoi caratteri sono d'essere assai leggero, dolce al tatto, di un bel nero lucente, riducendosi in polvere nerastra; esso è molto riscaldante, ordinariamente assai puro; al fuoco brucia facilmente con una lunga fiamma bianca spandendo molto odore e del fumo; esige una gran quantità d'aria ed è eccessivamente colante, e per questo motivo conviene meno ai focolaj colla gratella che alle fucine, ove essi permettono di formarsi una vôlta solida intorno al pezzo, che vi si scalda come in un forno a riverbero.

Alcuni carboni di Saint-Étienne e di Mons sono il tipo di questa prima varietà. In Inghilterra passano sotto il nome di *caking coal* (carbone colante), oppure *forge coal*.

2. *Il carbone semi-grasso*, che possiede le proprietà del precedente, ma in minor grado; inoltre esso è più duro; contiene per un medio 0,89 di carbonio, 0,05 d'idrogene, 0,04 d'ossigene e d'azoto ed un po' di cenere. È ancora troppo colante per la gratella, d'altronde è molto ricercato per la fabbricazione del coke; per conseguenza si impiega poco nelle macchine a vapore.

3. *Il carbone semi-grasso a lunga fiamma* (cannel coal), che si usa più vantaggiosamente di qualunque altro nei focolaj delle macchine a vapore; si compone di circa 0,84 di carbonio;

Si riuscì meglio nelle prove instituite per impiegare il solo carbon fossile bruciando il suo fumo. Si pervenne a rendere i focolaj interamente fumivori, almeno per riguardo ad alcuni carboni, e vi è luogo a sperare che si perverrà a sostituire interamente al coke il combustibile lordo.

Questo risultato avrebbe un immenso vantaggio, non solo per le società delle strade ferrate che potrebbero ottenere dei grandi risparmj, ma eziandio per l' industria in generale, la quale sarebbe in grado di utilizzare allo stato lordo alcune varietà di carbon fossile attualmente riservate in gran parte per la formazione del coke destinato per le locomotive. Il risparmio realizzabile dalla sola rete dell' Est in Francia coll' uso generale del carbon fossile nelle locomotive non sarebbe minore di 600 mila franchi all'anno. Sarà adunque di un grande interesse pei nostri lettori il conoscere gli apparati col mezzo dei quali si ottenne fino a quest'oggi di abbruciare il fumo; che sono: il focolajo delle macchine Fairbairn; la gratella a gradini del signor Chobrzynsky, già allievo della Scuola Centrale, ingegnere della trazione della strada ferrata del Nord e di Marsilly, ingegnere al Corpo imperiale delle miniere, e l'apparato di Dumery ingegnere civile.

Macchina Fairbairn. — Un modello di questa macchina venne presentato all'esposizione di Parigi. Il Chobrzynsky, ingegnere del materiale e della trazione, esprime su di essa la propria opinione nei seguenti termini:

« Questa macchina presenta un focolajo della lunghezza di metri 3, 60, diviso in due scomparti a cui seguita una caldaja tubulare che contiene

0,05 d'idrogene; 0,08 d'ossigene e d'azoto, e di 0,024 di cenere; la *gaillette* de Mons ed il carbone Lancashire, molto conosciuti nel commercio, sono il tipo di questa varietà.

Il carbone magro o secco (glance coat) è più compatto, più pesante, meno nero, meno lucente che i carboni grassi; esso contiene poco bitume e scola perciò poco al fuoco, s' infiamma più difficilmente, abbrucia con minor odore e fumo.

Si distinguono tre qualità, cioè:

1. *Il carbone secco con fiamma brillante allungata*, che si avvicina molto al carbon grasso di terza qualità; esso è eccellente anche per la gratella, e siccome dà del cattivo coke, se ne ha assai facilmente. Questo tipo è conosciuto sotto il nome di *flenu* e di *carbone d'appartamento*.

2. *Il carbone secco a fiamma corta*, assai duro, molto difficile ad abbruciare, molto impuro, non è buono che per cuocere la calce ed i mattoni.

3. *L'antracite*, che è una specie di carbone tutto particolare, molto secco ma assai puro, ricco di carbonio e per conseguenza assai caldo; vi si trova l' 88 per cento di carbonio in quello di Pensilvania, e sino l'89, 9 nel carbone del paese di Galles.

Ciò non pertanto il Vanquelin avendo analizzato un pezzo, lo trovò composto di 0,68 di carbonio, 0,32 di silice e di ferro.

I caratteri dell'antracite sono di essere sommamente compatta, friabile, difficile a bruciarsi, ed abbruciando di non mandare nè fumo nè odore. Inoltre essa ha sovente il grave difetto di fendersi al fuoco e di impedire che vi giunga l'aria, di cui abbisogna assaissimo.

Ne esiste dell' eccellente in Irlanda e nel paese di Galles, ove lo si è sostituito utilmente al coke negli alti fornelli, ed in alcune regioni dell' America, dove si impiega anche nelle locomotive.

Trattato Elem. e pratico delle macchine a vapore di J. Gaudry.

400 tubi del diametro di metri 0, 025. Le ruote motrici hanno il diametro di metri 2, 20 e le sale sono collocate in un rigonfiamento della caldaja. La sala anteriore porta chilogrammi 8600, la sala motrice chilogrammi 6000 e la sala posteriore 5000 chilogrammi. Le molle sono in caoutchouc. Il tubo di scappamento si apre a metri 0, 25 più basso del camino, mentre che nelle nostre macchine il tubo di scappamento entra da metri 0, 07 a metri 0, 11 nel cammino. La somma delle sezioni dei tubi è presso a poco la medesima che nelle nostre macchine. Essa è molto leggera.

« Fin qui non ha fatto sulla strada del Nord che 500 chilometri, poichè dopo due giorni di cammino fu costretta a rientrare nell' officina, essendosi interamente fuse le molle in caoutchouc. Ha un'aspirazione così forte, che allorquando si apre la porta del focolajo, s' intende un rumore simile a quello di un alto forno. Il suo consumo è debole, poichè non brucia che 5 chilogrammi di carbone, mentre che le Crampton in condizioni analoghe consumano da 7 ad 8 chilogr. Durante il cammino essa è fumivora e lascia sfuggire un po' di fumo nel tempo del riposo. Evaporizza molto. Il suo correre è lodevole e presenta una stabilità conveniente.

« In Inghilterra ve ne sono 25 di queste macchine che conducono gli espressi e che rivalizzano da Londra a Liverpool colle macchine della Great Western. Sono costrutte per correre ad 8 atmosfere e la grossezza delle lamine non è che di metri 0, 018 ed anche di metri 0, 010; ciò non pertanto il rame del focolajo è molto più sottile che in Francia, e questi sono perciò i veri motivi della loro leggerezza; del resto si giungerebbe ai medesimi risultati anche in Francia, qualora i regolamenti non prescrivessero alcune date grossezze, le quali non presentano le maggiori guarentigie pel motivo che in luogo di cercare le migliori lamine si procura il massimo buon mercato, purchè si abbia la grossezza voluta dai regolamenti, mentre in Inghilterra si cercano i migliori prodotti per guarentirsi contro qualunque specie di pericolo d'accidente.

« È d' uopo di osservare se vi è più economia ad impiegare dei focolaj più sottili ed a sostituirli più spesso.

« Nelle macchine Mac Connell costrutte con questo sistema il focolajo è immenso, ed i gaz compiono di abbruciarsi nella parte del focolajo più vicina al corpo cilindrico della caldaja. I tubi sono corti, ma numerosi e di piccolo diametro. Malgrado la lunghezza limitata, l'aria, secondo il Chobrzynsky, uscendo dalla camera del fumo è interamente spogliata del suo calore, e da quanto sembra, malgrado la piccolezza del diametro, essi non si ostruiscono facilmente. I carboni che non contengono al di là del 20 per cento delle materie volatili e che non sono troppo carichi di cenere, abbruciano senza fumo e senza che vi sia la necessità di introdurre dell'aria fresca oltre un determinato limite. Il focolajo trovandosi separato da un bollitore, non si caricano

giammai ambedue i mezzi focolaj che ne risultano e nello stesso tempo, di maniera che l'un d'essi producendo del fumo, l'altro ammette un eccesso di ossigeno che serve a bruciare lo stesso fumo.

« Può essere che si perverrà ad abbruciare il fumo del carbon fossile che contenga una quantità maggiore di materie volatili, e ciò coll'introdurre in alcune proporzioni l'aria oltre il detto limite.

« Abbiamo detto che le piastre in rame della macchina Mac Connel essendo assai sottili, lasciano passare facilmente il calore. A tale circostanza si attribuisce pure il risparmio di combustibile. Per consolidare queste piastre il Mac Connel ha moltiplicati i tiranti, che sono molto più vicini nella macchina di questo ingegnere che in quelle ordinarie (*).

Gratella Chobrzynsky. — La seguente descrizione della gratella a gradini, la ricaviamo dall'eccellente memoria pubblicata nel *Journal des ingénieurs civils* dal Chobrzynsky.

« La ripartizione ed il collocamento del combustibile in istrati uniformi su tutta la superficie di queste gratelle dà luogo ad un grande sviluppo di fumo, e per conseguenza ad una perdita di materie volatili che sono trascinate e che sfuggono alla combustione. Un tale effetto si produce nella massima intensità al momento del carico, e si può dire che vi è una proporzionalitá diretta fra l'incomodo dovuto al fumo che sfugge dai focolaj industriali ed il consumo in pura perdita di una parte, che è sempre considerevole, degli elementi caloriferi contenuti nel combustibile impiegato.

« Infatti al momento del carico sarebbe d'uopo di poter introdurre nel focolajo la massima quantità d'aria per la combustione dei prodotti volatili sprigionati dalla distillazione del combustibile, ed ha luogo invece precisamente il contrario.

« Il combustibile fresco sparso sulla superficie del graticcio, dapprima si gonfia riempiendo gli interstizj liberi che danno accesso all'aria nuova. La quantità d'ossigene ammessa nel focolajo diventa in allora insufficiente a produrre una completa combustione, e questa insufficienza è altrettanto maggiore quanto più il combustibile impiegato è ricco di idrogene. Tale combustione incompleta e tale distillazione si manifesta con uno sviluppo di carburo d'idrogene gazoso, che trascina, allo stato di sospensione, il carbonio

(*) Dall'esistenza dell'armatura e de' tiranti intorno al focolajo dipende assaissimo la resistenza del focolajo stesso. Mediante tali sussidj le piastre piane di una caldaja non sono meno solide che le parti cilindriche.

Dalle esperienze che si son fatte dal Fairbairn a Manchester risulta che una superficie piana collocata nelle condizioni ordinarie dei focolaj delle locomotive con dei tiranti distanti 12 centimetri cominciò a gonfiarsi sotto la pressione di 33 atmosfere e si è screpolata a 58 atmosfere.

Un'altra faccia piana simile con tiranti discosti 10 centimetri soltanto si gonfiò a 35 atmosfere di pressione e non si è squarciata che sotto l'enorme pressione di 116 atmosfere. *Vedi il Trattato delle macchine a vapore di Jules Gaudry.*

assai diviso producendo un fumo altrettanto più denso, quanto più il combustibile è ricco di carbonio e d' idrogene.

« Al contrario, allorquando la combustione è bene attivata, ed allorchè il focolajo esige un nuovo carico, gli orificj liberi sono relativamente considerevoli, e la nuova aria vi è chiamata in soverchia quantità. Una gran parte di quest'aria sfugge alla combustione, si riscalda a spese del calorico sviluppato, ed il focolajo si raffredda nello stesso tempo che il combustibile è assorbito senza effetto utile. Senza dubbio le cure del fochista possono diminuire tali inconvenienti; ma per quanto si usi attenzione, non si potranno giammai farli scomparire interamente.

« Le gratelle girevoli, quelle che ricevono un movimento di va e viene; le gratelle formate da catene senza fine e che si alimentano in un modo continuo mediante tramoggie riempite costantemente di carbone, sono tutte dispendiose; esse d'altronde esigono l'impiego di una forza motrice che li metta in movimento. Le due ultime presentano inoltre delle difficoltà speciali per conservare una distribuzione conveniente, che dipende dalla tenuità e dallo stato igrometrico del combustibile. Se il carico è soverchio, una parte del carbone cade all'estremità opposta della gratella nella tramoggia e si perde nella cenere. Se al contrario il carico è insufficiente, l'aria entra in eccesso nel fornello e si raffredda.

« Nella gratella fumivora a gradini le barre sono piatte e larghe e disposte nel modo di una rampa di scala comune ricoprendo gli uni sugli altri. In seguito a questa gratella vi sono alcune barre disposte nel modo ordinario; il numero e la distanza di queste barre dipende dalla natura e dalla purezza del combustibile impiegato.

« Il combustibile fresco è situato contro la porta, e sulle barre superiori della gratella a gradini si distilla; il suo fumo e la materia volatile giungendo verso il frontale e verso i tubi delle caldaje tubulari, vi incontrano l'aria non bruciata e previamente riscaldata dal suo passaggio attraverso il carbon fossile carbonizzato che ha di già raggiunta la parte inferiore della gratella. Il miscuglio di quest'aria colle materie carbonate volatili e coi gaz non ancora abbruciati, si produce nelle condizioni volute dalla temperatura, e la combustione di questi diversi prodotti gazosi si opera in modo da giungere a trasformarsi in acido carbonico quasi interamente.

« Con dei carboni molto bituminosi che danno molto fumo, soltanto la gratella a gradini non è interamente fumivora. Si sviluppa tuttavia del fumo nel momento in cui si carica di bel nuovo il combustibile. Per ottenere un risultato completo è d'uopo sussidiare l'assorbimento di questo fumo mediante un' introduzione diretta e speciale dell'aria calda.

« In alcuni casi la costruzione superiore della parte inferiore della gratella a rampa o a vôlta, permette di meglio dirigere i prodotti volatili verso il frontale guernito di mattoni cavi avente delle uscite d'aria calda.

« Tutte le volte che si vuol giungere a dei risultati completi sarà necessario d'impiegare dei carboni fini, ovvero quelli che producono, a purezza eguale, la medesima quantità di calore che i carboni di mezzana grossezza. Questi ultimi si distillano più difficilmente che i fini arrivando nella parte inferiore della gratella senza aver perduto tutte le materie volatili; e non avendo più da percorrere che un tenue cammino per giungere al di sopra del frontale, circolano intorno ai generatori senza essere stati abbruciati dall'ossigeno necessario alla loro combustione completa.

« La gratella a gradini permette l'impiego dei carboni assai magri e secchi, che fino al presente vennero deprezzati ed anche rigettati per l'uso delle caldaje. Essa presenta adunque all'industria una risorsa immensa, nel momento specialmente in cui il combustibile minerale sembra mancare, diventando ogni giorno più caro.

« Nella costruzione delle gratelle a gradini è necessario di osservare le seguenti regole:

« 1.° La superficie deve essere generalmente più grande di quella delle gratelle ordinarie; deve avere un metro quadrato per ogni 60 chilogrammi di carbon fossile da consumarsi per ora.

« 2.° La superficie d'ingresso dell'aria fra le barre piatte, ovvero l'altezza che separa ciascuno dei gradini, deve dipendere dalla natura del carbone da bruciarsi e dall'energia dell'aspirazione. Non si deve discendere al di sotto di 0^{m} 18 per l'ingresso d'aria per ciascun chilogrammo di carbone e per ora. Con dei carboni molto colanti, questa sezione dovrà aumentarsi.

« 3.° La prima barra o gradino superiore non deve essere discosto più di 0^{m} 25 dal disotto della caldaja. Le porte dei fornelli dovranno adunque rialzarsi da metri 0, 10 a metri 0, 15 relativamente all'altezza praticata negli antichi focolaj.

« 4.° Le barre ordinarie del fondo della gratella devono collocarsi sopra colissi disposte in aggetto sui sostegni, in maniera da poterle rimovere facilmente pel loro pulimento.

« 5.° I grandi focolaj di un metro, e quelli al di sopra di questa larghezza, secondo un benevolo consiglio del signor Combes, potrebbero essere divisi in due parti mediante un tavolato di mattoni. Si caricherebbero alternativamente due focolaj. I prodotti della combustione sarebbero diretti in una camera comune al frontale in maniera da far abbruciare interamente il fumo di uno dei focolaj dall'aria calda che si trova in eccesso nell'altro.

« 6.° Per avvicinare il combustibile alla superficie riscaldata è conveniente di situare i sostegni di queste gratelle in maniera da rialzare il fondo da metri 0, 10 a metri 0, 12 per metro.

« *Le prove fatte con dei carboni di buona qualità sulla strada del Nord colla gratella Chobrzynsky hanno dati degli eccellenti risultati*, che vengono riportati in

seguito. Sopra questa strada si è trovato che non solo vi è economia di danaro nell'impiego del carbon fossile, ma eziandio un miglioramento di condizione nella produzione del vapore; *sulla strada di Strasburgo coi carboni fossili che contengono una grande quantità di cenere e di materie volatili, la gratella Chobrzynsky non era fumivora e le barre si fondevano in breve tempo.*

« *Venne osservato eziandio sulla strada del Nord che le barre di questa gratella devono rinnovarsi più di frequente che quelle delle gratelle ordinarie; ma esse non si fondevano così rapidamente come sulla strada di Strasburgo.*

« *Le macchine non sembra che soffrano in tutto quel grado che si supponeva dall'uso prolungato dal carbon fossile di buona qualità.* Secondo il Sauvage, ingegnere in capo della trazione alle strade dell'Est, gli sembrò emergere dall'insieme del servizio, che i tubi si conservassero meglio coll'impiego del carbon fossile di quello che usando il coke.

« I tubi delle macchine alimentate col coke trovano una causa di consumo nell'attrito delle piccole particelle che il coke traduce per l'aspirazione forzata dei tubi di scappamento, mentre le macchine che camminano col carbon fossile conservano i loro tubi e non subiscono tali sfregamenti, i quali non possono aver luogo per l'aspirazione debole bastante alla combustione ».

Apparato Dumery. — Il Dumery dice: « Abbiamo creduto di sopprimere la gratella del focolajo, o piuttosto non abbiamo conservato di questa gratella che le due barre del centro. A ciascuno dei due rettangoli formati dalle barre restanti e dalle pareti in muratura del focolajo togliendo i due sostegni del cinerario abbiamo fatto terminare due cornette circolari, aventi una delle aperture nell'interno del focolajo, e l'altra all'esterno della muratura.

« Queste cornette curve, di cui la parte convessa è rivolta al suolo, sono a sezione decrescente dall'interno del focolajo all'esterno della muratura, vale a dire che l'estremità che termina nel focolajo ha la stessa forma e le medesime dimensioni che il rettangolo formato dal toglimento delle barre, mentre che l'estremità che si rialza all'esterno ha subito sulle quattro faccie un ristringimento di circa il 12 per cento sull'asse medio delle cornette.

« Le due estremità di tali cornette sono interamente aperte, il combustibile viene introdotto dalla piccola sezione esistente all'esterno, ed è nella massima sua apertura, che ha termine nell'interno del focolajo, ove si compie la combustione. Quest'ultima porzione di cornetta è guernita nel suo contorno, vale a dire sulle quattro faccie, da fenditure destinate all'ammissione dell'aria atmosferica.

« In riguardo all'estremità esterna e concentricamente coll'asse medio delle cornette, si trova da ciascun lato un martello o pilone circolare che entra liberamente nelle cornette e serve a spingere il combustibile, di mano in mano che la combustione lo esige; questi premitori sono posti in azione, sia

da una manovella con ingranaggi intermedj, sia dallo stesso motore col mezzo di appositi legamenti.

« Il tutto è aggruppato intorno ad una intelajatura in ghisa e forma un complesso assai omogeneo, che si può collocare sotto un generatore qualunque non interrompendo il suo lavoro che ogni ventiquattro ore.

« In tal maniera disposte le cose, si opera nel seguente modo:

« Si mette del carbone fresco nelle cornette sino al principio delle fenditure destinate a fornire l'aria alla combustione; sopra questo carbone crudo si colloca uno strato di coke prodotto dalla combustione del giorno precedente; poi coi mezzi ordinarj, vale a dire con ramoscelli e coke, si accende la parte superiore. Allorquando il coke è acceso, esso comunica il suo calore al carbon fossile che si distilla e produce l' idrogene carbonato che deve promuovere la combustione. Questo gaz si sviluppa nel luogo ove domina la temperatura della combustione, e precisamente nell'istante che si introduce dell'aria fresca per animare la combustione stessa l'interno del focolajo non riceve che la fiamma totalmente formata e che ha fruito, nel momento stesso della sua formazione, di tutti gli elementi necessarj alla sua esistenza.

« Dacchè il bisogno se n'è fatto sentire, col mezzo dei piloni pressori si spinge un carico di combustibile, e l'operazione continua in tal maniera senza interruzione fino a che lo esige il lavoro dell'officina.

« Non è necessario di interrompere il fuoco pei ripulimenti; in questi focolaj le scorie galleggiano e si raccolgono nella parte superiore.

« Allorchè si vuol far cessare il fuoco, sono collocate delle porte nella parte inferiore dei cornetti, le quali permettono di poter ritirare isolatamente da una parte il carbone crudo, che si colloca col suo simile, e dall'altra parte il carbone incandescente, che si estingue per usarlo il giorno dopo nell'accensione senza che produca fumo.

« Ecco quali sono le conseguenze della disposizione che abbiamo descritta.

« Il carbon fossile non essendo in contatto col calore che per una sola superficie, non si distilla che da un lato; è in qualche modo una semplice superficie di distillazione.

« L' aria nuova che avvicina la gratella sulla quale poggia il carbone fresco è attratta dall'aspirazione, e s' infiltra nel focolajo amalgamandosi coi carburi d' idrogene nel momento che questi si sviluppano.

« Questa miscela perfettamente combustibile, conservando sempre la direzione naturale dovuta alla sua densità, s' infiamma al contatto dello strato incandescente che attraversa.

« Lo sviluppo della fiamma si opera al di sotto di uno strato di combustibile che trovasi interamente acceso.

« L' irradiazione della superficie superiore del combustibile non è interrotta dalla sovrapposizione del carbone fresco.

« La combustione si effettua a piacere in istrati grossi o sottili, in modo di conservare l'altezza più conveniente per la trasformazione completa dell'ossigene in acido carbonico.

« Tutte le funzioni piriche diventano regolari e continuate.

« La gratella trovandosi suddivisa in tre scomparti, l'aspirazione può attivarsi isolatamente sulle parti che contengono il carbon fossile crudo che sviluppano il fumo, ovvero sulla parte della gratella esclusivamente coperta dal carbon fossile passato allo stato di coke.

« Infine non eseguendosi più il carico dalla porta del focolajo, tutta l'opera della combustione si compie in un vaso chiuso. Il focolajo non è aperto che ad intervalli da tre a quattr'ore per levare le scorie che si riuniscono in un sol gruppo al centro del focolajo.

« Laonde col mezzo del nostro apparato tutti i fenomeni della combustione sono rovesciati. L'alta temperatura che si trova in giornata in vicinanza alla gratella viene trasportata nella parte superiore.

« Invece la distillazione che aveva luogo nella parte superiore discende in vicinanza alla gratella; l'intermittenza delle funzioni piriche è trasformata in un'azione continua malgrado l'intermittenza del carico; e le funzioni della combustione, da intermittenti ed irregolari che erano, diventano continue, regolari e razionali.

« Dopo di aver enumerati i vantaggi teorici crediamo che non sarà inutile di indicare sommariamente, ciò che la pratica ha raccolto dalla facilità dell'applicazione di questo apparato.

« La cura del fuoco non ha nulla di penoso; i fuochisti non sono più incomodati dal calore del focolajo, che rimane costantemente chiuso.

« Le puliture del fuoco sono molto più rade e più facili.

« Non vi è più cenere da raccogliere, da stacciare e da gettare; i residui solidi si convertono tutti in iscorie.

« Le barre hanno una maggior durata, esse non si consumano più per la concentrazione del calore in vicinanza alla gratella.

« La potenza del generatore è aumentata dall'esistenza dell'apparato.

« La quantità di combustibile consumato in un medesimo focolajo può variare nel rapporto da 1 a 6.

« L'attivazione è più sollecita.

« Infine il focolajo considerato come utensile, presenta una sensibilità sulla quale viene chiamata particolarmente l'attenzione; sensibilità o prontezza di effetto molto calcolabile negli stabilimenti e suscettibile di abbracciare tosto una o più macchine assai potenti; ma più calcolabile ancora nel servizio delle strade ferrate, sulle quali gli accidenti, che sgraziatamente non si possono ovviare, sono sovente la conseguenza delle macchine che non permettono di poter avere la pressione in un breve tempo.

« Con questi apparati i meccanici non sono più costretti di attendere gli istanti favorevoli per aprire il focolajo ed alimentarlo di combustibile; essi possono introdurre il carbone in tutti i momenti ed anche sulle rampe. Almeno per alcuni casi, vi è adunque un mezzo per sopprimere i motivi degli accidenti.

« Questi diversi risultati sono la conseguenza:

« 1.° del movimento ascendente del combustibile;

« 2.° del miscuglio dell' aria e dell' accensione dei gaz al di sotto del focolajo ».

Il sistema Dumery venne esperimentato alla strada dell'Est per alimentare il focolajo di una macchina fissa, i cui risultati, stati inseriti nel Bollettino della Società d' incoraggiamento, sarebbero:

1.° Che la potenza produttrice dei generatori è pressochè raddoppiata per la sola presenza di questo nuovo focolajo, ciò che equivale al dire che il peso ed il volume dei generatori possono essere considerevolmente ridotti.

2.° Che la quantità di carbon fossile consumato da una stessa superficie di gratella può elevarsi a quattro volte il medio del consumo ordinario.

3.° Infine che la rendita del vapore è superiore di una quantità che varia fra i 21, 9 a 23, 3, ossia per un medio del 22 $^3/_5$ per cento.

Di questo medesimo sistema si sono fatte altre sperienze alla strada d'Orleans, ma fino al presente non si ebbe alcun risultato favorevole.

CAPITOLO VIII.

DEI CONTRATTI PER LA COSTRUZIONE E FORNITURA DELLE LOCOMOTIVE E DEL MATERIALE CIRCOLANTE

Allorchè un manifatturiere intraprende la confezione di un apparato, ovvero la fabbricazione di un prodotto qualunque, si può convenire che esso lavori secondo dei piani o disegni stabiliti fra le parti, oppure che eseguirà il lavoro a suo rischio e pericolo seguendo quel sistema che gli tornerà più conveniente, essendo soltanto imposta la natura e qualità dei materiali e le condizioni del servizio.

Nel primo caso l'intraprenditore è risponsale dei difetti di esecuzione, ma non già di quelli del sistema; esso dee fedelmente seguire i piani che gli vennero dati e che non può cangiare senza il consenso dell'altro contraente. Nel secondo caso al contrario, può introdurre quelle modificazioni che giudicherà utili per raggiungere il miglior risultato. — In questa ultima ipotesi il solo obbligo dell'intraprenditore è di consegnare all'epoca stabilita l'apparato che soddisfaccia alle condizioni promesse, qualunque sia il sistema seguito.

Tuttavia si usa comunemente dal costruttore di sottoporre all'esame del committente almeno i disegni dell'insieme e lo stato delle principali condizioni che dovrà soddisfare la macchina.

In difetto di convenzioni speciali la legge, l'uso e la scienza stabiliscono delle regole alle quali le parti devono riportarsi. Laonde benchè non siasi fatta alcuna convenzione, le caldaje ed i cilindri devono essere consegnati

timbrati, esperimentati, muniti degli apparati ordinarj di sicurezza e di prova, ecc.; i generatori devono avere la grossezza portata dai regolamenti; la forza delle macchine deve dare la quantità di forza in cavalli di 75 chilogrammetri ciascuno, col consumo del combustibile che si pratica. Se si tratta di una locomotiva, la sua velocità e la solidità saranno adattate al servizio che si richiede ordinariamente dalle macchine del genere di quelle che si sono ordinate.

L'uso e la scienza non possono del resto servire a troncare le contestazioni che sono tuttora vigenti ed insolute fra le persone dell'arte. Così è tuttavia un problema incerto fra gli ingegneri, quali siano le migliori dimensioni che convengano ai focolaj delle locomotive, facendo gli uni la camera del fuoco molto piccola, mentre gli altri preferiscono pochi tubi e dei vasti focolaj. L'uso e la scienza non avrebbe adunque alcun valore in una simile discussione avanti ai tribunali.

Come abbiamo accennato parlando della costruzione delle strade, i contratti per la fornitura delle macchine e del materiale circolante sulle ferrovie possono stipularsi a corpo per un determinato oggetto, oppure a misura, ossia in base ad una serie di prezzi.

I contratti a *corpo* sono quelli in cui l'imprenditore si assume di eseguire un'opera determinata per una somma conveniente. Il principio fondamentale di questa forma di contratto si è che il prezzo non può essere modificato senza il consenso di tutte le parti, nemmeno pel motivo che fossero alterati i prezzi dei materiali e della mano d'opera. In quanto alle modificazioni dei tipi, se il contratto non parla, è d'uopo distinguere chi le propone, cioè:

Se è l'*imprenditore*, esse non possono alterare il prezzo, a meno che il committente non vi abbia acconsentito, oppure che le prime condizioni siano riconosciute del tutto inattendibili. In questo secondo caso il contratto dovrà conseguentemente essere rescisso o modificato col pieno consenso delle parti.

Se è il *committente* che domanda le modificazioni, in allora o l'intraprenditore le eseguisce senza riclamo, e si supporrà che egli le abbia accettate senza nulla cambiare delle primitive condizioni; ovvero ricevendo l'ordine di modificare i suoi tipi, dichiarerà ch'egli non può abbandonare i primi lavori senza riformare il prezzo stabilito. Nel silenzio del contratto sopra questo punto si potrebbero forse respingere i riclami dell'imprenditore ed obbligarlo ad eseguire nuovi lavori?

Ciò sarebbe contrario all'equità, poichè nella costruzione delle macchine accade quasi sempre la circostanza di dover fare nuove trattative e, ciò che è lo stesso, di indennizzare il costruttore per tutta l'opera abbandonata.

Il contratto *a misura* consiste in una nota particolarizzata delle diverse parti del lavoro da eseguirsi, coi prezzi corrispondenti a ciascuno di essi. Si dice che un contratto venne fatto a misura (*devis*), allorquando si convenne

che il prezzo dell'apparato da eseguirsi sarà pagato in base al preventivo che venne previamente compilato. Se non venne steso alcun preventivo, il costo dell'apparato in caso di contestazione viene stabilito dai periti.

I contratti che si stipulano per la fornitura delle macchine locomotive e del materiale circolante sulle strade ferrate sono sempre basati ad un prezzo a corpo per un oggetto determinato, e le condizioni relative sono concepite nei termini che qui in seguito si verranno ad indicare.

Condizioni d'appalto per la fornitura di locomotive pei viaggiatori.

1.° Le macchine pei viaggiatori si costruiranno in conformità ai tipi ed alle dimensioni che saranno state approvate dalla Società della strada ferrata. — I cilindri si collocheranno esternamente. — Le dimensioni principali risulteranno le seguenti: I cilindri avranno il diametro interno di 40 centimetri. — La corsa dello stantuffo sarà di 560 millimetri. — Il diametro delle ruote motrici di 2 metri. — Esse saranno interamente di ferro laminato; verranno stabiliti dei contrappesi in maniera da far equilibrio alle manovelle, aste snodate, ecc. — La grossezza delle lamine che costituiranno la parte cilindrica delle caldaje sarà almeno di 11 millimetri; quelle dell'involucro della camera del fuoco sarà almeno di 12 millimetri. — La camera del fuoco dovrà essere di rame rossetto di prima qualità, della grossezza di 12 millimetri in tutte le parti, ad eccezione della piastra che porta i tubi, la quale avrà 25 millimetri di grossezza al luogo degli stessi tubi. — Il diametro esterno dei tubi sarà di 49 millimetri; la loro grossezza di 2 millimetri almeno. — Le macchine saranno munite di tubi a ginocchio per l'alimentazione; di due robinetti e tubi riscaldatori; di una barra d'attaccamento e di tutti gli apparati di sicurezza stati prescritti dall'autorità politico-amministrativa. — La caldaja ed i cilindri dovranno essere timbrati a sette atmosfere. — La caldaja sarà munita di un inviluppo in legno e lamina. — Le trombe alimentari saranno in bronzo. — La macchina avrà un graticcio nella camera del fumo, un coperchio al camino, un tubo di scappamento variabile, ed essa verrà consegnata completa con tutti i suoi accessorj, compreso un assortimento di chiavi di ferro per movere i galletti e le viti della macchina, le tavolette per il numero d'ordine, e quelle portanti il nome della macchina. — Le molle di sospensione saranno d'acciajo fuso.

2.° Le sale saranno di ferro lavorato col carbone di legna, affinate collo stesso carbone e limate. — I cerchi o quarti delle ruote saranno in ferro di qualità eguale a quella dei quarti che provengono dall'officina da cui deriva la macchina. — Le scatole del grasso si faranno di ferro malleato e temprato,

colla parte inferiore in rame, ed i cuscinetti in bronzo composto di una lega di 82 parti di rame rossetto di Russia, e 18 parti di stagno puro inglese.

3.° Tutte le parti delle macchine da costruirsi saranno fatte esattamente sullo stesso modello e colle medesime dimensioni. In conseguenza di ciò il costruttore si uniformerà rigorosamente ai tipi ed alle dimensioni approvate dalla Società. — Non potranno introdursi modificazioni o cambiamenti di sorta, senza l'autorizzazione in iscritto dell' ingegnere in capo del materiale della Società della strada ferrata, e senza essere stato presentato un tipo del cambiamento o della modificazione. — Tutti i passi delle viti verranno presi dalla serie, i cui disegni saranno stati consegnati dalla Società, e le cui matrici si acquisteranno dal costruttore che verrà indicato.

4.° Tutti i materiali da impiegarsi nella costruzione delle macchine saranno scelti e di prima qualità. L'esecuzione dovrà essere eguale sotto tutti i rapporti a quella delle migliori macchine che provengono dalle officine meglio organizzate. — Per assicurarsi della buona esecuzione delle macchine e della qualità dei materiali, la Società avrà il diritto di procedere a tutte le prove che le sembreranno necessarie, e le spese che occorreranno nell'officina per tali prove saranno a carico della Società. — L'ingresso nelle officine di costruzione sarà sempre accordato all' ingegnere della Società che verrà destinato dall'ingegnere in capo per ispezionare la costruzione di tali macchine.

5.° Se durante il tempo della costruzione la Società trovasse vantaggioso di introdurre delle modificazioni al modello previamente scelto, essa avrà il diritto di adottarle per le macchine non consegnate. Se questi cambiamenti fossero di natura tale da modificare il prezzo o produrre il sagrificio di qualche pezzo di già confezionato, la Società ne compenserà il valore; qualora le parti non andassero d'accordo sul relativo compenso, verrà esso determinato da periti da eleggersi dalle parti stesse.

6.° La consegna delle macchine avrà luogo nella stazione all'epoca stabilita nel contratto.

7.° Le macchine verranno consegnate montate, interamente compiute e che corrano lodevolmente; tutte le spese di trasporto, montatura, ecc., sono a carico del costruttore.

8.° Pel ricevimento delle macchine la Società avrà il diritto di fare tante prove quante reputerà necessarie; queste prove dovranno aver effetto sulla linea immediatamente vicina al luogo della montatura; esse si faranno a spese della Società ed in presenza del costruttore e de' suoi agenti, col mezzo degl' impiegati a lui benevisi. — Le macchine dovranno funzionare facilmente e dare dei buoni risultati, quanto le macchine fornite da ultimo dai migliori costruttori. Se tali risultati non si conseguissero, tutte le modificazioni, riforme e cambiamenti che si riconosceranno necessarj saranno a carico del costruttore. — Il ricevimento definitivo non verrà fatto che in seguito ai

cammino di 6000 chilometri di effettivo servizio ordinario che avrà luogo nel periodo di quattro mesi, salvo il caso di grandi riparazioni, in conseguenza dei difetti di costruzione. — Tutti i pezzi che si romperanno o guasteranno per vizj di costruzione o difetti nei materiali durante il periodo della garanzia, saranno sostituiti a spese del costruttore. Saranno a carico del medesimo le riparazioni dipendenti dai difetti di costruzione e da cattiva qualità delle materie; ma esso non dovrà sostenere le spese di ordinaria manutenzione che saranno a carico della Società.

9.° Il prezzo di ciascuna macchina sarà pagato nel seguente modo, cioè: un quinto, sei mesi prima dell'epoca fissata per la consegna della macchina; un quinto allorchè avrà luogo la consegna nell'officina dei focolaj congiunti; un quinto alla completa montatura della macchina presso il costruttore; un altro quinto al ricevimento provvisorio della macchina, e l'ultimo quinto finalmente, alla scadenza del periodo di garanzia, che sarà quello fissato pel ricevimento definitivo, come si è detto al N. 8. — Pel caso in cui la Società non si trovasse in misura per qualsiasi motivo di far eseguire il cammino di 6000 chilometri nel periodo di quattro mesi il pagamento dell' ultimo quinto avrà luogo ciò non ostante, ma il fornitore non resterà esonerato dalla sua garanzia negli stessi termini fino al compimento della prova precitata. — Tutti i pagamenti saranno fatti in contanti senza sconto alcuno.

10.° Qualunque contestazione potesse insorgere fra le parti, sarà decisa dal tribunale di commercio. — Le spese di registro del presente Capitolato d'appalto e del contratto, ovvero quelle di bollo a cui il medesimo si riferisce, saranno a carico di quella parte che la avrà resa necessaria.

Condizioni d'appalto per la fornitura di macchine locomotive miste.

1.° Le macchine da costruirsi denominate *macchine-tenders* sono col telajo interno ed i cilindri esterni, distribuzione ed alimentazione esterna; esse sono sorrette da sei ruote, e le quattro posteriori accoppiate. — Le macchine portano l'acqua ed il coke necessario alla loro alimentazione, in una cassa di forma particolare, nella maggior parte delle quali è collocata posteriormente alla camera del fuoco. — Ciascuna macchina completa peserà vuota al massimo 27 tonnellate, ed in ordine da potersi usare colla macchina e tender pieni d'acqua e di coke 35 tonnellate. La cassa dell'acqua ne conterrà 3600 litri; la cassa del coke (colla sommità rasata) ne conterrà 1000 chilogrammi. La ripartizione del peso della macchina si farà approssimativamente nel seguente modo:

	Avanti tonn.	Nel mezzo tonn.	Posteriore tonn.	Totale tonn.
Macchina e tender riempiti d'acqua e di coke	10. 5	13. -	11. 5	35. -
Macchina piena e tender vuoto . . .	12. -	10. 5	8. -	30. 5

Le dimensioni principali delle macchine sono:

Diametro delle ruote accoppiate (ruote motrici)	m.	1, 740
Distanza dalle ruote davanti a quelle di mezzo	»	2, 280
» dalle ruote di mezzo a quelle posteriori	»	2, 420
» totale dalle ruote davanti a quelle di dietro . . .	»	4, 700
Diametro dei cilindri	»	0, 420
Corsa degli stantuffi	»	0, 560
Diametro interno del corpo cilindrico	»	1, 526
Superficie di riscaldamento diretta, ovvero della camera del fuoco	»	7, 150
Superficie di riscaldamento dei tubi	»	91, 000
Superficie totale di riscaldamento	»	98, 150
Lunghezza dei tubi	»	3, 500
Diametro esterno dei tubi	»	0, 049
Numero dei tubi	N.	180
Lunghezza media del focolajo	m.	1, 250
Larghezza media del focolajo	»	1, 036
Altezza superiormente alla gratella	»	1, 500

2.° Le macchine da fornirsi saranno rigorosamente identiche fra loro. Qualunque pezzo dovrà potersi adattare indistintamente all'una delle macchine senza che vi sia la necessità di ritoccarlo in qualsiasi modo. — Le macchine saranno costrutte sul modello adottato dalla Società. — Tutti i modelli che avranno servito alla montatura dei pezzi in ghisa od in bronzo, rimarranno in proprietà della Società gratuitamente, e dovranno perciò essere consegnati alla medesima prima dell'ultima macchina. Una collezione completa dei disegni dell'insieme e dei dettagli delle macchine, verrà rimessa al più presto possibile alla Società. — Tutti i galletti in ferro malleato che devono essere mossi di sovente saranno cementati e temprati all'esterno. — Tutti i galletti in generale, le teste delle viti ed i bolloni saranno rigorosamente calibri sui tipi della Società. — Per guarentire la perfetta conformità dei passi delle viti, il fornitore acquisterà, dal costruttore che verrà indicato, la collezione delle matrici che serviranno esclusivamente alla loro fabbricazione.

3.° Le ruote saranno interamente di ferro laminato, compreso il mozzo. Il ferro impiegato per la costruzione della ruota, propriamente detta, dovrà provenire dalla ghisa fusa col legno di buona qualità. — I mozzi saranno composti dalla riunione di tutti i raggi e dalle due bande, l'una interna e l'altra esterna. Qualora il costruttore possa disporre di mezzi molto potenti, gli stessi mezzi potranno eziandio ottenersi col maglio da una sola piastra di ferro con le intaccature dei raggi. — La saldatura per mezzo del semplice contatto non potrà eseguirsi per applicare i raggi ai quarti della ruota. Le diverse porzioni dei quarti saranno esse pure congiunte col mezzo di cunei. — Il diametro

dei quarti delle ruote accoppiate dopo di essere state tornite per l'applicazione dei cerchi, resta stabilito nella misura rigorosa di metri 1, 630 senza alcuna tolleranza. Il diametro di rotazione di queste ruote sarà adunque di 1^{m}740. — Per le ruote anteriori il diametro del quarto tornito è fissato rigorosamente in 99 centimetri, ciò che dà 1^{m} 10 pel diametro di rotazione; le bande saranno montate sulle ruote con un chiudimento di un millimetro e mezzo per le ruote accoppiate, e di un millimetro per quelle anteriori. — Le manovelle delle sale accoppiate saranno disposte in maniera che la manovella a sinistra essendo verticale e al disopra della sala, la manovella a destra sia orizzontale e davanti. — Le sale non dovranno avere nelle congiunzioni gli spigoli acuti. — Gli appoggi di congiunzione saranno ai medesimi adattati col mezzo di guscie che abbiano per raggio la sporgenza degli appoggi. — I fusi saranno malleati a piccoli colpi con martelli che pesino al più 500 gramme per addolcire la parte sfregante; ad una tale operazione dovrà succedere un ultimo colpo di piana destinato a togliere le piccole scabrezze lasciate dal martello. — I bottoni d'accoppiamento saranno in ferro cementato e temprato. — Tutti i diametri di trapanamento dei mozzi o dei bottoni della manovella, saranno fra loro rigorosamente eguali senza alcuna tolleranza sul quarto d'appoggio. — La montatura delle ruote sulle sale e dei bottoni delle manovelle sulle ruote, sarà fatta col torchio idraulico, e secondo le precauzioni d'uso si dovrà impiegare una pressione minima per farle entrare, che sarà di 40 000 chilogrammi per le ruote, e di 20 000 chilogrammi pei bottoni. Tutte le congiunzioni che si otterranno col mezzo di pressioni minori saranno un titolo per rifiutare le ruote montate. — La distanza interna delle bande sarà rigorosamente di 1^{m} 360 per le ruote estreme, e di 1^{m} 368 per quelle di mezzo. — Il chiudimento sulle sale si farà col mezzo di una chiave in acciajo ordinario che abbia le seguenti dimensioni, cioè: larghezza 50 millimetri; altezza 25 millimetri. — I contrappesi da collocarsi sulle ruote per equilibrare i pezzi mobili saranno calcolati in maniera da avere le masse possibilmente in vicinanza alla circonferenza della ruota allo scopo di diminuire i pesi. — Il sistema di costruzione della scatola del grasso in generale, sarà quello del disegno; tutte le scatole saranno di ferro laminato; i cuscinetti in bronzo si adatteranno nelle scatole sopra otto faccie. Le parti inferiori delle scatole saranno in ghisa allargate con un diametro di 2 millimetri più grande del cuscinetto. — I cuscinetti saranno in bronzo e montati senza alcun agio sui fusi. — La scanalatura d'ingrassamento del cuscinetto sarà conforme al modello. — Nella montatura delle scatole del grasso il costruttore dovrà lasciare, fra la piastra di guardia e la scatola del grasso, un agio di 30 millimetri, tanto al disotto quanto al dissopra, per le oscillazioni della molla, come lo indicherà il disegno. Per la verificazione della montatura delle macchine, le scatole porteranno all' esterno, come l' indica il disegno,

un cerchio concentrico al fuso, ottenuto mediante un colpo di grano d'orzo al momento della trapanatura. — In nessun caso si potrà ottenere il parallelismo delle sale col mezzo di ineguaglianze di grossezza, sia negli strisciatori, sia nelle scatole; d'altra parte le scatole saranno perfettamente simmetriche per riguardo all'asse delle sale. — Gli strisciatori delle scatole del grasso saranno in ghisa inchiodati secondo la lunghezza. — Ciascuno dei quattro sistemi di strisciatori delle ruote accoppiate porterà un cuneo di chiudimento. Questo cuneo sarà in ferro cementato e temprato. — Le aste di sospensione saranno attaccate ad orecchiette in ferro laminato assicurate alle travi longitudinali. — Nel perforamento di queste aste, avvicinandosi al corpo liscio, si avrà cura di diminuire gradatamente la profondità del filetto, allo scopo di rendere queste aste meno soggette a rompersi. — Il tubo delle aste di sospensione sarà cementato e temprato, come pure i bottoni di articolazione. — Le molle di sospensione saranno d'acciajo fuso di 90 millimetri di lunghezza. La distanza dei punti di sospensione sarà di 65 centimetri per le molle delle ruote estreme, e di un metro per le ruote di mezzo. Tutti i fogli di una medesima molla saranno esattamente centrati sullo stesso raggio di costruzione. — La flessione per mille chilogrammi di carico sarà pressochè la medesima, tanto per le molle anteriori, quanto per quelle posteriori; essa raggiungerà approssimativamente 5 millimetri. — Per le molle di mezzo la flessione per 100 chilogrammi di carico sarà di circa 10 millimetri. — Queste molle dovranno essere tutte d'acciajo. — Le travi longitudinali dell'intelajatura saranno di ferro malleato, in un sol pezzo colle piastre di guardia e compiute nel laminatojo. — La traversa anteriore sarà di legno di rovere di qualità scelta, munita di una lamina d'armatura della grossezza di 8 millimetri; essa avrà due repulsori di caoutchouc a quattro rotelle, ed un uncino a tre rotelle in caoutchouc con tenditore. — La traversa posteriore, pure di rovere, sarà armata di una lamina e porterà dei repulsori in caoutchouc di cinque rotelle, un uncino d'attaccamento, pure a cinque rotelle di caoutchouc con tenditore e due catene di sicurezza. — La piattaforma del meccanico, che sta di fronte alla macchina, sarà di lamiera grossa 4 millimetri; le copri-ruote di mezzo ed il coperto del meccanismo saranno di lamina di 2 millimetri e mezzo di grossezza; il coperto del meccanismo porterà il nome del costruttore.

4.° La caldaja sarà costrutta collo stesso sistema di quello delle ultime macchine di Crampton; la grossezza della lamiera sarà di 11 millimetri. — Il corpo cilindrico avrà il diametro interno di $1^{m}256$ e conterrà N. 180 tubi della lunghezza di $3^{m}50$, presa esternamente alle due piastre tubulari. Ciascuna macchina sarà fornita di una guarnitura di barre per la gratella, di un getta-fuoco e di un cinerario dell'altezza di 16 centimetri per lasciare un agio di 34 centimetri superiormente alla rotaja. Indipendentemente dai quattro

otturatori di lavamento orizzontali situati ai quattro angoli della camera del fuoco, il quadro in ferro avrà inferiormente otto otturatori verticali del diametro di 25 millimetri — le due specie di otturatori saranno conformi al disegno.— La caldaja sarà collegata all'intelajatura col mezzo di sostegni a dilatazione libera, ma in tutta la lunghezza della camera del fumo sarà invariabilmente assicurata alle travi longitudinali mediante l'intermediario dell'appendice della camera del fumo delineata nel tipo d'insieme. Tutta la caldaja sarà circondata da doghe in legno di rovere o d'abete della grossezza di 16 millimetri, congiunte ad incastro e linguette. Queste doghe saranno ricoperte di fogli di lamiera grossi un millimetro, trattenuti mediante cerchi di ferro. — L'involucro terminerà inferiormente alla camera del fuoco nel modo indicato dal disegno. — La presa del vapore sarà conforme a quella delle macchine Crampton, ommettendo possibilmente il tubo fesso, ed operando le congiunzioni contro la camera del regolatore. — La piastra tubulare in rame avrà la grossezza di 25 millimetri nel luogo ove si congiungono i tubi e sino a dieci centimetri al disotto del corpo cilindrico; il resto dell'altezza non avrà che la grossezza di 12 millimetri. — I tiranti più vicini alla parte cilindrica si attaccheranno rispettivamente nel rigonfiamento della piastra tubulare ed inferiormente alla guscia della parte rialzata dal lato anteriore della camera del fuoco. Il foro dei tubi sarà conico. — L'inclinazione del cono sarà di un quarantesimo. — La piastra tubulare della camera del fumo avrà 15 millimetri di grossezza; essa avrà nella parte inferiore uno zaffo di levamento. I fianchi della porta di carico avranno 12 millimetri di grossezza, come pure i laterali ed il cielo, e presenteranno una parte rigonfiata di 17 millimetri di grossezza al di sotto della porta. — I lati del focolajo saranno congiunti gli uni cogli altri mediante chiodi di rame. — Il collare di contorno dell'apertura della porta di carico sarà di ferro laminato, come pure l'intelajatura inferiore del focolajo. Le inchiodature di congiunzione saranno in tutta la grossezza. — I tiranti verranno costrutti in ferro di prima qualità; essi avranno 18 millimetri di diametro misurati sul filetto e conformati sul modello. — Le armature del cielo saranno di lamiera. — Le armature delle pareti verticali estreme della caldaja saranno conformi al disegno. Il cono delle valvule col loro involto, le valvule, le leve, le bilancie si costruiranno esattamente secondo il disegno. — Le bilancie dovranno prendersi da un determinato costruttore. — L'altezza del luogo ove vanno collocate le valvule sarà di circa 1^{m} 420 superiormente alla piattaforma del meccanico. Il fischietto sarà costrutto in conformità al disegno, come pure il livello dell'acqua. — I robinetti riscaldatori di vuotamento, di moderazione dei manometri saranno conformati sui disegni consegnati al costruttore. Tutte le bocche dei robinetti, le chiavi, i galletti e le ruote saranno in bronzo. — La macchina sarà fornita di un manometro metallico, il cui modello verrà suc-

cessivamente indicato. La vaschetta delle valvole avrà un tubo di congiunzione simile a quello che si impiega attualmente nelle officine della Società. I tubi tanto con saldatura quanto senza saldatura saranno d' ottone; essi avranno due millimetri di grossezza e 49 millimetri di diametro esterno; peseranno chilogrammi 3, 90 al metro corrente. Verranno esperimentati con un torchio idraulico prima del loro collocamento, sottoponendoli ad una pressione di 40 atmosfere; saranno fra loro discosti 65 millimetri misurati fra gli assi, ed avranno delle viere che nella camera del fuoco saranno di acciajo grosse 2 millimetri e mezzo; esse presenteranno la medesima inclinazione dei fori praticati nella piastra tubulare e conformi ai tipi consegnati dalla Società. — Il camino non avrà alcuna parte che si elevi oltre i 4^{m} 20 superiormente alle guide. Sarà munito dal lato sinistro di una presa d'aria per moderare l'aspirazione e d'un cappuccio della forma di un 8 che avrà da un lato una piastra, e dall'altro un graticcio per fermare le scintille. Il padiglione superiore sarà di rame rossetto della grossezza di 2 millimetri; il corpo del camino si formerà in buona lamina affinata, grossa 4 millimetri. Ciascun lato del camino avrà una piastra con cornice per apporvi il numero della macchina; le cifre e la cornice saranno d' ottone; la fronte del camino verrà munita di un porta-disco. — Lo scappamento variabile sarà costrutto in conformità al disegno. — Le porte della camera del fumo saranno addoppiate per evitare la deformazione. La parte interna avrà 3 millimetri di grossezza, quella esterna 5 millimetri. Tutti i galletti situati nell' interno, sia della caldaja, sia della camera del fumo, saranno in bronzo, eccettuati quelli dei tiranti e del cielo del focolajo. I sostegni degli appoggiatori delle aste, del regolatore e generalmente tutti i pezzi che vengono applicati alla caldaja saranno montati sopra perni sporgenti, per quanto lo permetta la montatura superiore del rivestimento, senza troppo intaccare la guarnitura in lamina.

5.° I cilindri saranno di ghisa grigia, dura ed a grana compatta; essi dovranno avere delle superficie perfettamente pulite nelle parti ove hanno luogo le congiunzioni, sia colle travi longitudinali, sia coll'appendice della camera del fumo. — Ciascun cilindro avrà due robinetti purgatori ed un robinetto di ingrassamento. — Le luci, come pure i tubi d'ammissione e di scappamento, non devono presentare alcuna contrazione. I coperchi saranno disposti in modo che, giunto lo stantuffo al termine della sua corsa, vi sia un agio assoluto di 6 millimetri anteriormente e di 7 millimetri nella parte posteriore. — Per verificare durante il servizio la conservazione esatta di questo agio, agli estremi della corsa l' indicazione dei fondi dei cilindri verrà trasportata sugli strisciatori mediante un tratto inciso in corrispondenza con un tratto simile sull'asse traversale dei calastrelli. — Gli otturatori a stoppa dell'asta dello stantuffo saranno in due parti per lasciar luogo al rigonfiamento dell' asta

medesima ed aumentarne la resistenza. — Gli stantuffi saranno conformi al disegno. — Le aste saranno d'acciajo fuso e dello stesso metallo le chiavette e le molle. Il bollone di connessione della testa dell'asta snodata alla testa dello stantuffo sarà fissato nella testa dello stesso stantuffo. — Gli strisciatori delle teste degli stantuffi saranno d'acciajo fuso; essi si congiungeranno con un estremo ai coperchi dei cilindri, e coll'altro al sostegno incavato che riceve nello stesso tempo le trombe e l'asse del pezzo di sospensione delle aste delle cassette. — Ogni strisciatore superiore avrà due vaschette d'ingrassamento. — Le aste snodate motrici (*bielles*) e le aste d'accoppiamento, saranno conformi ai disegni. Il sistema di chiudimento delle aste d'accoppiamento sarà disposto in maniera tale, che uno stringimento eguale delle chiavette non cambierà punto la lunghezza delle stesse aste. — Le teste delle aste snodate, motrici e d'accoppiamento, il bottone di connessione e le teste delle chiavette saranno cementate e temprate in fasci. — Tutti i perni ed i bolloni d'articolazione del meccanismo di trasmissione del movimento alle scatole saranno cementati e temprati, come pure l'asse di rotazione di questo pezzo fuso coll'altro pezzo. — La culisse ed i calastrelli della tensione variabile saranno pure di ferro cementato e temprato. — Gli occhi delle barre degli eccentrici, quelli del pezzo di sospensione delle aste delle cassette, degli assi di sospensione delle culissi, saranno guerniti di bastoncini in ferro cementato e temprato; questi bastoncini vi saranno applicati a caldo, con molta cura, immediatamente temprati, poi bruniti. — I collari degli eccentrici saranno in bronzo; essi si conformeranno esattamente ai disegni. — Gli eccentrici saranno di ghisa della medesima qualità di quella dei cilindri. — Le trombe alimentari e le loro valvole saranno in bronzo; le dimensioni di esse verranno esattamente stabilite dai disegni. — Le palle ed i cuscinetti saranno in bronzo. — Il robinetto di prova sarà collocato sotto il tavolato, nella posizione indicata dal tipo d'insieme. — Tutti i tubi d'aspirazione e di emissione saranno di rame della grossezza di 3 millimetri, la crociera delle fasciature sarà eguale a quattro volte la grossezza del rame. Questi tubi verranno esperimentati col torchio idraulico, prima del loro collocamento, sotto una pressione di 12 atmosfere. — In generale tutti i tubi di congiunzione saranno in ottone e costrutti secondo i tipi predisposti. — Vi saranno due tubi riscaldatori indipendenti, essi saranno egualmente in rame rossetto, ma della grossezza soltanto di 2 millimetri; prima di porli in opera verranno esperimentati col torchio idraulico sotto una pressione di 12 atmosfere; le crociere saranno sempre eguali a quattro volte la grossezza.

6.° Il freno sarà costrutto in conformità ai disegni dell'insieme ed ai tipi di dettaglio.

7.° La cassa dell'acqua e quella del coke costituirà un sol pezzo coi gradini alla macchina ed i copri-ruote posteriori. Questa cassa sarà sostenuta

posteriormente da una traversa ed anteriormente dalla superficie posteriore del focolajo della macchina e dalla parte superiore della caldaja, ed inoltre col mezzo di una piatta banda a scarpa che abbraccierà la parte che è situata contro le travi longitudinali. — Il collegamento colle squadre del focolajo e col disopra della caldaja sarà a dilatazione libera. — La parte compresa fra la traversa posteriore, il fondo della cassa del coke ed il disopra della cassa dell'acqua, costituirà un vasto deposito per gli utensili. Sui copri-ruote posteriori saranno collocati due cassoni, l'uno dei quali destinato per gli utensili, l'altro pel vestiario del meccanico e del fuochista. — Sulla piattaforma del meccanico sarà posto un doppio fondo di lamiera che appoggerà sopra piccole barre della grossezza di 10 millimetri per isolare i piedi dal disopra della cassa. Tutte le lamine della cassa propriamente detta, eccettuate quelle dei fondi superiore ed inferiore, avranno 3 millimetri di grossezza; quella del fondo superiore avrà 5 millimetri, e del fondo inferiore 4 millimetri; le casse per gli utensili saranno costrutte con delle lamine di 2 millimetri. Tutte le parti curvilinee che entrano nella formazione delle casse per l'acqua e per il coke, come pure quelle dei cassoni, saranno di buona lamina, proveniente dalla ghisa ricavata col legno; le altre parti della cassa potranno essere di lamina affinata proveniente dalla ghisa ottenuta col coke. — Tutte le cantonate si deriveranno dalla ghisa fusa col legno e saranno della migliore qualità. — Le inchiodature, le smussature, non che l'aprimento dei fori, saranno fatti colla massima cura in tutte quelle parti che devono contenere l'acqua. — La distanza dei chiodi sarà di 3 centimetri da centro a centro, ed il diametro dei chiodi impiegati di dieci millimetri. Ciascuna cassa d'acqua e di coke, oltre le due casse di cui si è parlato, avrà un porta-disco al centro e nella parte elevata della parete posteriore, due porta-lanterne agli angoli superiori della stessa parete, due porta-attizzatoj sulla parete del fondo della cassa a tre robinetti indicatori dell'acqua dal lato sinistro, dividendo la capacità in tre parti eguali, ed un robinetto di vuotamento o di scarico. — Questi porta-dischi, porta-lanterne, porta-attizzatoj e robinetti per l'acqua saranno disposti e montati nel modo indicato dal disegno. — Le prese superiori dell'acqua verranno stabilite in conformità agli stessi disegni. — Le pareti superiori destinate alla presa dell'acqua saranno di rame con fori. — Le valvule inferiori per la presa dell'acqua saranno di bronzo, ed il tubo ove trovasi la valvula sarà d'ottone. — Il movimento di queste valvule avrà luogo nel modo indicato dal disegno. — Gli otturatori a stoppa (*presse-étoupes*) delle guide verticali saranno costrutti in conformità ai disegni.

8.° All'interno ed all'esterno delle caldaje, all'interno e all'esterno della cassa d'acqua e del coke, delle casse per gli utensili e generalmente a tutte le parti da verniciarsi saranno applicati due strati di minio per preservare le superficie dall'ossidamento. —A tutte le parti interne del telajo oltre i due strati di minio

summenzionati si applicherà uno strato di vernice nera, come pure all'interno della cassa del coke ed alle scale. — L'esterno della cassa d'acqua e del coke e tutte le parti apparenti della macchina saranno verniciate colla medesima cura che viene impiegata nelle officine della Società.

9.° Tutti i materiali impiegati nella costruzione delle macchine saranno della migliore qualità e di prima scelta. L'esecuzione dovrà essere eguale, sotto tutti i rapporti, a quella delle migliori macchine provenienti dalle officine meglio organizzate. — La Società potrà assicurarsi della qualità dei materiali e della buona esecuzione delle macchine, procedendo a tutte le prove che le sembreranno necessarie, e le spese occorrenti per queste prove, che si eseguiranno nell'officina, saranno a carico della Società. L'ingresso alle officine di costruzione sarà sempre accordato agli ingegneri della Società che verranno incaricati dall'ingegnere in capo per ispezionare la costruzione delle dette macchine.

10.° Se durante il corso della costruzione la Società giudicasse vantaggioso al proprio interesse di introdurre delle modificazioni nel modello primitivamente assentato, essa avrà il diritto di effettuarlo, ma nelle macchine non consegnate. — Se questi cambiamenti fossero di natura tale da modificare il costo o cagionassero il sagrificio di qualche pezzo di già confezionato, la Società ne farà l'opportuno compenso. Nel caso in cui le parti non fossero d'accordo su tale compenso, esso verrà determinato dai periti da scegliersi dalle parti. — Si conviene inoltre che la Società avrà il diritto di adottare per tutta o per una sola parte della fornitura un modello di macchina diverso da quello superiormente descritto. In tal caso il prezzo di questo nuovo modello sarà stabilito in base a quello convenuto nel contratto.

11.° La consegna delle macchine avrà luogo a spese del fornitore nella stazione della Società della strada ferrata.

12.° Le macchine verranno consegnate montate, interamente compiute e che corrano lodevolmente. Tutte le spese di trasporto, montatura, ecc., saranno a carico del costruttore (*).

Condizioni d'appalto e descrizione dei lavori per la costruzione dei tenders.

1.° I *tenders* della strada ferrata saranno conformi agli ultimi *tenders* ordinati dalla Società medesima in tutto ciò che si lascia indeterminato nella presente descrizione e nei tipi che vi sono annessi. — Se durante la costruzione la Società esigesse delle modificazioni di qualunque natura, esse

(*) In riguardo alla consegna provvisoria delle macchine, prove, manutenzione delle parti che vanno a guastarsi per difetti di costruzione, e tutto ciò che ha relazione alla consegna definitiva, le condizioni sono conformi a quelle superiormente indicate per le altre macchine.

fossero, l'assuntore dovrà conformarsi sotto la condizione, che se saranno di natura tale da aumentarne il costo, egli avrà il diritto ad un indennizzo, la cui cifra in caso di discrepanza sarà fissata dai periti.

2.° I raggi ed i quarti delle ruote saranno in ferro laminato, ed il mozzo in ghisa. Ciascun raggio sarà ricavato dal medesimo pezzo colla porzione di quarto a sinistra ed a destra che gli corrisponde. I raggi saranno in numero di dieci ed avranno 80 millimetri di larghezza e 28 millimetri di grossezza. Le diverse parti di quarto saranno congiunte col mezzo di cunei. I quarti dovranno essere torniti secondo le sagome stabilite, ed i diametri saranno esatti e simili senza alcuna tolleranza, in maniera che i rispettivi cerchi si possano applicare indistintamente a tutte le ruote. La larghezza del quarto sarà di 120 millimetri, la sua grossezza di 30 millimetri alla metà, e di 27 millimetri sui bordi. — La grossezza dei cerchi sarà di 55 millimetri al luogo di contatto, la loro larghezza risulterà di 140 millimetri e la distanza dall'interno all'esterno di 1^{m} 355. — La grossezza potrà essere l'oggetto di una leggera tolleranza, sotto la condizione però che due ruote montate sulla medesima sala siano rigorosamente dello stesso diametro. L'inclinazione dei cerchi sarà di un ventesimo con uno smusso di un decimo. I mozzi saranno arrotondati secondo una sagoma e colle dimensioni rigorosamente esatte e simili per tutte le ruote senza alcuna tolleranza. Essi avranno 350 millimetri di diametro e 170 millimetri di grossezza.

3.° Le sale saranno in ferro, proveniente dalla ghisa fusa col legno, affinato col legno e battuto col martello. — Esse saranno tornite sopra modelli con dimensioni esattamente simili, tanto nel profilo, quanto nel diametro, senza alcuna tolleranza, di maniera che possano adattarsi indistintamente a tutte le ruote ed a tutti i tenders. Non dovranno avere alcuna congiunzione cogli spigoli acuti; le parti che si combaciano saranno accompagnate col mezzo di cavetti. L'applicazione delle ruote sulle sale dovrà eseguirsi col torchio idraulico sotto una pressione di 40 mila chilogrammi, ed il chiudimento sarà fatto col mezzo di una sola chiave per sala; questa chiave sarà d'acciajo cementato.

4.° Le scatole del grasso saranno in ghisa, col disotto pure in ghisa; il cuscinetto in bronzo di 82 sopra 18. Esse dovranno applicarsi indistintamente su tutti i telaj e su qualunque fuso. — Gli strisciatori saranno di ghisa grigia, a grana compatta assai dura. — Verranno inchiodati alle piastre di guardia.

5.° Le molle saranno d'acciajo fuso ed avranno le seguenti dimensioni:

INDICAZIONI	Numero dei fogli	Larghezza dei fogli	Grossezza dei fogli	Corda in posto (1)	Saetta in posto	Flessibilità per 1000 chilogr.
Sospensione (posteriore)	11	75	10 millim.	0^m 900	0^m 110	15 m. circa
» (anteriore)	10	75	10 »	0^m 900	0^m 110	16. 5 mill.
Trazione (avanti) . .	10	75	10 »	1^m 000	0^m 011	23 »
Urto e trazione . . .	15	75	10 »	1^m 800(2)	0^m 250	80 »

(1) La corda in posto è la distanza fra gli assi delle maniglie.
(2) Lunghezza raddrizzata.

6.° L' intelajatura si comporrà di due travi longitudinali, formata ciascuna di due fianchi in lamina, della larghezza di 25 centimetri e della grossezza di 8 millimetri, colle piastre di guardia riportate nella medesima grossezza. I due fianchi di ciascuna trave longitudinale saranno applicati ad ogni lato di una stanga di legno di rovere dell' altezza di 25 centimetri sopra 104 millimetri di grossezza ed assicurati su questa mediante chiodi che attraversano le tre grossezze. — Alla destra delle piastre di guardia la guarnitura in legname sarà sostituita da tiranti cavi in ghisa, attraversati da bolloni in luogo dei chiodi, situati in maniera da non cagionare alcun incomodo alle molle di sospensione. — Al di là della piastra di guardia posteriore sarà conservata soltanto la superficie esterna della stanga. — Le stanghe saranno fra loro collegate mediante quattro traverse verticali di lamiera situate alla destra delle estremità delle piastre di guardia. Le due traverse estreme avranno la grossezza di 250 millimetri sopra 8 millimetri; quelle intermedie destinate a sostenere il freno 250 millimetri sopra 10 millimetri di grossezza. — Due lamine d'attaccamento saranno nella parte anteriore di 10 millimetri, ed una lamina del tavolato di 6 millimetri. — Due lamine orizzontali posteriormente all'ultima traversa, grosse 6 millimetri, comprenderanno fra esse i repulsori, le guide dell'asse di trazione e gli attacchi della catena di sicurezza. — Le diverse traverse saranno tutte collegate fra loro mediante un foglio di lamiera di 300 millimetri di larghezza e di 10 di grossezza. — A tale effetto nelle tre traverse posteriori sarà praticata un' aperturaorizzon tale di 300 millimetri sopra 10; la lamiera passando attraverso di questa apertura si legherà da una parte alla traversa anteriore e dall'altra parte alla lamiera superiore di dietro. Essa sarà assicurata alle traverse col mezzo degli estremi di una cantonata di 300 millimetri di lunghezza e verrà consolidata nella parte compresa fra le due traverse intermediarie da un ferro a *T*, o da due

cantonate congiunte. Infine una falsa stanga della grossezza di 250 millimetri sopra 10, distante 300 millimetri dalla stanga principale alla destra, sarà assicurata fra due traverse intermedie e servirà di sostegno ai porta-scarpe del freno. — Le cantonate che serviranno a congiungere queste diverse lamine avranno 65 millimetri di larghezza, i chiodi da calderajo avranno 18 millimetri di diametro e saranno fra loro discosti in ragguaglio 65 millimetri. I chiodi che serviranno a congiungere le tre parti componenti le travi longitudinali avranno 20 millimetri di diametro. — Le estremità inferiori della piastra di guardia saranno collegate fra loro col mezzo di forti barre di distanza. — Tutti i particolari della sospensione saranno simili a quelli del tender della strada in questione.

7.° Le attaccature, anteriore e posteriore, dovranno essere tali da ottenere il pieno accordo col materiale della strada ferrata. — Laonde si osserveranno esattamente le seguenti dimensioni:

Posteriore. — Altezza dei repulsori e degli uncini di trazione al disopra delle guide . . . . met. 0, 990
Distanza fra gli assi dei repulsori . . . . » 1, 710
Distanza fra gli assi delle catene di sicurezza . . . . » 0, 640
Anteriore. — Altezza della barra d' attaccamento al disopra delle guide . . . . » 0, 950
Altezza dei repulsori . . . . » 1, 108
Distanza fra gli assi dei repulsori . . . . » 1, 000
Distanza fra gli assi delle catene di sicurezza . . . . . . » 0, 700

La molla d'urto e di trazione sarà riportata contro la traversa di 10 millimetri indietro. Le scarpe che guidano le aste dei repulsori saranno riportate al di dietro di questa traversa; le maniglie d' urto verranno fissate contro una rotella in lamina di 10 millimetri riportate sulle traverse affine di proteggerle.

8.° Le casse, della capacità di 4500 litri, dovranno adattarsi indistintamente a tutti i telaj. Esse verranno assicurate a questi telaj mediante bolloni, ma non già con chiodi. Si costruiranno con buona lamina, della grossezza di 5 millimetri pel fondo, e di 4 millimetri per le altre pareti, collegate fra loro mediante cantonate di 6 centimetri. — Le pareti saranno consolidate all' interno ed al disotto da 20 cantonate, di cui: 10 verticali, sui grandi lati esterni; 6 verticali sui piccoli lati interni; 4 verticali al disotto della cassa. Inoltre le cantonate verticali dei grandi e piccoli lati saranno congiunte fra loro col mezzo di tiranti in ferro che manterranno la distanza delle pareti verticali. — La lamiera che penetra nell' appoggiatojo vi sarà assicurata col mezzo di arpioni della lunghezza di 5 centimetri distanti 30 centimetri; la

barra costituente l'appoggiatojo sarà in un sol pezzo. — Le pareti in rame che servono di filtro, avranno un mezzo millimetro di grossezza. — Ciascuna cassa del tender avrà quattro forzieri destinati a conservare gli utensili e le provviste per la macchina. — Due di questi forzieri saranno situati sul tavolato del tender, che faranno seguito alle lunghe braccia del ferro di cavallo; le due altre si troveranno al disopra dello stesso ferro di cavallo. Questi forzieri dovranno chiudersi con catenaccio. Posteriormente alla cassa e sul telajo sarà collocato un altro forziere in legno di rovere solidamente ferrato, destinato a contenere gli attrezzi della macchina. La parete posteriore del detto forziere si rivolterà intorno a due cerniere sui ripulsori posteriori e verrà chiuso con due lucchetti ed un catenaccio.

9.° La presa d'acqua delle trombe sarà disposta identicamente come quella dei tenders modelli della strada ferrata di che si tratta.

10.° I freni saranno simili a quelli della detta strada. — Essi saranno composti di due scarpe in legname sospese all'intelajatura col mezzo di porta-scarpe in ferro a T. Due aste si articoleranno da una parte sul porta-scarpe all'altezza della sala e dall'altra parte sull'estremità di un'asta verticale che attraverserà la cassa dell'acqua e sarà a vite alla sua estremità. Il galletto di questa vite consisterà in una ruota angolare in bronzo del diametro medio di 15 centimetri, mossa da un pignone egualmente in bronzo di 10 centimetri di diametro montato su di un albero orizzontale, di cui l'altra estremità porterà un piccolo volante della forma di una manovella. — I porta-scarpe in ferro a T termineranno nella parte superiore in due tubi di 30 centimetri di lunghezza applicati ad un bollone di 25 centimetri che attraverserà la stanga ed il tubo o falso trave di lamiera, il quale sarà rinforzato in questo punto mediante una rotella riportata. In tal maniera le scarpe si troveranno sospese all'intelajatura con qualche precisione. — Le due aste snodate del freno saranno ciascuna in due pezzi. — Il corpo avrà 35 millimetri di diametro; l'una delle parti sarà a vite, l'altra terminerà in una staffa a galletti di modo che si possa far variare la loro lunghezza allorchè si consumano le scarpe. Le stesse aste termineranno in due cappelli che si articoleranno l'uno sul porta-scarpe, l'altro sull'asta a vite; questo sarà in due pezzi fra loro articolati. La parte superiore sarà guidata da una scarpa in ghisa inchiodata fra la stanga ed il falso trave longitudinale. L'asta a vite attraverserà la cassa in una piccola colonna in ghisa del diametro interno di dieci centimetri e della grossezza di 10 millimetri, che si appoggerà sulla scarpa dell'intelajatura e sarà assicurata sul fondo ed al disopra della cassa col mezzo di chiodi. — Una rotella in ferro in due pezzi, internata in una gola praticata nel galletto-pignone, sarà inoltre bollonata sul collare superiore della colonna ed obbligherà in tal maniera la vite a salire o a discendere secondo che il pignone girerà in un senso o nell'altro. — L'albero orizzontale che porta il pignone ed il

volante avrà due collari e girerà su due piani assicurati al disopra della cassa per l'acqua. Il volante avrà 60 centimetri di diametro.

11.° La verniciatura dei tenders sarà eseguita nel seguente modo — *Interno della cassa dell'acqua* — due strati di minio, uno strato d'impressione grigio-perla (biacca e nero fumo); masticiatura a vernice (biacca ed ocra gialla, in polvere); pomiciatura — *Pareti esterne della cassa per l'acqua, telajo e ruote.* — Uno strato di grigio-perla stemperato all'essenza; nuova masticiatura, uno strato di verde-olivo; uno strato di vernice; pulimento, campiture ed uno strato di vernice inglese. *Ferramenta:* uno strato di minio, due strati neri.

12.° Si intende che il costruttore deve fornire dei tenders interamente compiuti e muniti di tutti gli accessorj necessarj o praticati pel servizio e per il funzionamento lodevole di tali apparati, senza che il costruttore possa trarre argomento dalle ommissioni che si fossero fatte nella presente descrizione; inoltre dovrà egli fornire i seguenti accessorj: — 1. Due piastre in ghisa o in zinco che porteranno il numero del tender; la cifra della società concessionaria ed il nome del costruttore; queste piastre saranno assicurate a ciascun lato del tender o nel mezzo della grande parete verticale. — 2. Sei forti chiavistelli colle loro chiavi; di più un pezzo di catena di 60 centimetri che serva a chiudere i cinque forzieri del tender, ad incatenare la parte degli utensili troppo voluminosa per essere chiusa nei forzieri. I sei chiavistelli di uno stesso tender saranno aperti dalla medesima chiave, la quale non dovrà punto servire per alcun altro tender. — 3. Una paletta acciajata per il coke col suo manico di legno. — 4. Una lanterna di fianco (da situarsi dal lato destro del tender) con vetri giranti, bianco, rosso e verde. (1)

Condizioni d'appalto per la fornitura di locomotive a quattro ruote accoppiate.

Le macchine locomotive a quattro ruote accoppiate, verranno costrutte in conformità ai tipi ed alle dimensioni che saranno state approvate dalla Società della strada ferrata. Le dimensioni principali saranno le seguenti: diametro interno dei cilindri 420 millimetri, corsa degli stantuffi 560 millimetri, diametro delle ruote accoppiate $1^{m}740$. Le ruote accoppiate saranno interamente di ferro laminato; esse verranno munite di contrappesi collocati in maniera da far equilibrio alle manovelle ed aste snodate. — La grossezza delle lamine costituenti la parte cilindrica della caldaja sarà di 11 millimetri almeno. —

(1) Si ommettono tutte le altre prescrizioni relative alla qualità dei materiali, sorveglianza, consegna provvisoria e definitiva, che sono in tutto eguali a quelle superiormente indicate per gli altri lavori di simile natura.

Quelle del rivestimento della camera del fuoco saranno almeno di 12 millimetri. — La camera del fuoco sarà di rame rossetto di prima qualità, della grossezza di 12 millimetri in tutte le parti ad eccezione della piastra tubulare, che avrà 25 millimetri di grossezza al luogo dei tubi. Il diametro esterno di questi tubi sarà di 49 millimetri; la loro grossezza di 2 millimetri almeno. — La macchina sarà munita di sei tubi a ginocchi per l'alimentazione dei due robinetti e tubi riscaldatori, di una barra d'attaccamento, di un cinerario colla porta mobile, situata anteriormente e di tutti gli apparati di sicurezza proposti ed ordinati dall'autorità politico-amministrativa. La caldaja ed i cilindri dovranno essere timbrati a sette atmosfere. — Il focolajo sarà munito di un doppio rivestimento in legno ed in lamina; il corpo cilindrico e la camera del fumo avranno un rivestimento in lamina che sarà chiuso ermeticamente, lasciando fra questo rivestimento e la parte cilindrica della caldaja uno spazio di 28 millimetri — Le trombe alimentari saranno in bronzo. — Le macchine avranno un graticcio nella camera del fumo, un coperchio al camino; un tubo di scappamento variabile, ed esse verranno consegnate complete con tutti gli accessorj compreso un assortimento di chiavi in ferro per girare i galletti e le viti della macchina; come pure le tavolette portanti il nome della macchina ed il numero d'ordine. — Le molle di sospensione saranno d'acciajo fuso.

2.° Le sale saranno in ferro lavorato ed affinato col carbone di legno e limate. — I cerchi delle ruote saranno pure in ferro — Tutte le ruote dovranno avere rigorosamente il medesimo diametro all'interno del cerchio, ovvero all'esterno del quarto, di maniera che tutti i cerchi si possano applicare indistintamente a tutte le ruote. — A tal effetto il costruttore si servirà di sagome che saranno formate esattamente sui disegni della Società. — Le quattro ruote accoppiate della macchina dovranno avere rigorosamente il medesimo diametro all'esterno dei cerchi ed al contatto delle guide. — Le scatole del grasso saranno di ferro laminato, col disotto in ghisa e le conchiglie o cuscinetti in bronzo composti di una lega di 82 parti di rame rossetto nuovo di Russia e di 18 parti di stagno puro inglese.

3.° Tutte le parti della macchina da eseguirsi saranno fatte esattamente sul medesimo modello e colle stesse dimensioni. — In conseguenza il costruttore si conformerà rigorosamente ai tipi ed alle dimensioni approvate dalla Società. Non potranno introdursi nè cambiamenti nè modificazioni di sorta senza l'autorizzazione in iscritto dell'ingegnere in capo del materiale e senza che sia stato presentato il tipo indicante il cambiamento o la modificazione. — Tutti i passi delle viti verranno scelti fra la serie i cui disegni saranno stati predisposti dalla Società, dovendosi acquistare i modelli dal costruttore che verrà successivamente indicato.

4.° Tutti i materiali impiegati nella costruzione delle macchine saranno scelti e della migliore qualità. L'esecuzione dovrà essere eguale sotto tutti i

rapporti a quella delle migliori macchine provenienti dalle officine meglio organizzate. — La Società potrà assicurarsi delle qualità dei materiali e della buona esecuzione delle macchine, e procedere a tutte le prove che le sembreranno necessarie; le spese che occorreranno nell'officina per queste prove saranno a carico della Società. — L'ingresso alle officine di costruzione verrà costantemente accordato agli ingegneri della Società incaricati dall'ingegnere in capo per ispezionare la fabbricazione e costruzione delle dette macchine.

5.° Qualora durante il corso dei lavori si giudicasse vantaggioso dalla Società di introdurre delle modificazioni al modello previamente stabilito, essa avrà il diritto di adottarle per le macchine non ancora consegnate. Se tali cambiamenti fossero di natura tale da modificare il prezzo, oppure indurre nel sagrificio di qualche pezzo di già confezionato, l'Amministrazione dovrà esserne prevenuta, ed il costruttore non potrà introdurre tali cambiamenti se non allorquando avrà ricevuto il consenso in iscritto dal Comitato della Direzione.

6.° La consegna delle macchine avrà luogo nella stazione della strada ferrata alle epoche stabilite nel contratto.

7.° Le macchine saranno consegnate montate ed interamente compiute e che corrano lodevolmente. — Tutte le spese di trasporto, montatura, ecc., saranno a carico del costruttore.

8.° Pel ricevimento delle macchine la Società avrà il diritto di instituire tanti esperimenti quanti ne crederà necessarj. Questi esperimenti dovranno aver luogo sulla linea della strada ferrata immediatamente dopo il compimento della montatura. Essi saranno fatti a spese della Società in presenza del costruttore o de' suoi agenti, con impiegati a lui benevisi. — Le macchine dovranno funzionare con facilità e dare eziandio dei buoni risultati quanto le migliori ed ultime macchine fornite dai costruttori più accreditati. Se tali risultati non si conseguissero, tutte le modificazioni e riforme che si riconoscessero necessarie saranno a carico del costruttore. — Il ricevimento definitivo non sarà fatto se non dopo un cammino effettivo di 6 mila chilometri almeno di servizio ordinario, il quale dovrà effettuarsi nel periodo di quattro mesi a datare dal giorno della consegna sulla linea, salvo il caso di grandi riparazioni causate da difetti di costruzione. — Tutti i pezzi che si rompessero o guastassero, oppure che presentassero dei difetti durante questo periodo di garanzia, verranno sostituiti a spese del costruttore. — A carico del medesimo saranno pure le riparazioni dipendenti da difetti di costruzione o da cattiva qualità delle materie; ma esso non dovrà sostenere le spese di ordinaria manutenzione, le quali saranno a carico della Società.

Condizioni generali d'appalto pel materiale circolante
(Vetture per viaggiatori e vagoni diversi)

Art. I. *Condizioni generali di costruzione.* — Le serie delle vetture e vagoni ammesse dalla Società sono le seguenti:

Serie		
Serie A —	vetture di I. Classe	per le grandi velocità
» AB —	» » mista	
» B —	» » II. Classe	
» C —	» » III. Classe	
» D —	Vagoni pei bagagli	
» E —	*trucks* per le carrozze	
» F —	vagoni scuderie	
» O —	» coperti per le merci	per le piccole velocità
» H —	» coi lati cadenti	
» I —	» pel carbon fossile ed altri materiali	

Qualora la Società credesse opportuno di stabilire nuove serie, verrà steso un supplemento al Capitolato d'appalto.

Tutto il materiale precitato sarà a quattro ruote (1). L'insieme di queste vetture, in quanto agli apparati di sospensione di trazione e di urto, si divide in due grandi categorie, cioè per le grandi velocità, e per le velocità moderate, ossia a piccola velocità. — Le vetture ed i vagoni per le grandi velocità saranno tutti muniti di molle di trazione e di urto in acciajo. — Queste sono le vetture pei viaggiatori di tutte le classi, i vagoni pei bagagli, i *trucks* per le carrozze ed i vagoni-scuderie. I vagoni per le piccole velocità saranno muniti di molle di trazione e di apparati di urto; i vagoni coperti per le merci, i vagoni coi lati cadenti, i *trucks* e *maringottes* avranno i repulsori guerniti di rotelle di caoutchouc vulcanizzato, ovvero delle piccole molle di urto in acciajo a scelta dell'ingegnere in capo del materiale e della strada. Soltanto i vagoni pel carbon fossile e per le pietre avranno i repulsori di cuojo riempiti di stoppa o di crine.

Tutti i veicoli da fornirsi alla Società saranno consegnati interamente compiuti e con tutti i loro accessorj; insomma allestiti in modo da mettersi tosto in servizio. Tanto nel complesso quanto nel dettaglio, essi dovranno soddisfare tutte le condizioni imposte dal presente Capitolato d'appalto ed

(1) Si osserva che il materiale che viene qui descritto è quello che si chiama *inglese* o *francese*, che è ben diverso da quello *americano* stato dapprima adottato per le strade del Lombardo-Veneto e di poi abbandonato dalla nuova Società delle strade ferrate.

essere conformi ai tipi d'insieme e di dettaglio approvati dall'ingegnere in capo del materiale e della strada. Sia per la qualità dei materiali primi impiegati, come per riguardo all'esecuzione dei lavori non dovranno in alcun caso essere inferiori a ciò che venne fatto di meglio attualmente pel servizio delle strade ferrate. — Ciascuna vettura o vagone porterà il nome dell' esecutore e la data della costruzione; l'indicazione della serie ed il suo numero d' ordine nella serie stessa; infine tutte le indicazioni richieste dalla Società: suo peso, vuoto e pieno, indicazione della classe, ecc.

È riservato a tutti gli agenti della Società il diritto di controllo nelle officine ove saranno costrutte le vetture e tutti i pezzi dipendenti, sia nella stessa officina dell'imprenditore, sia in quelle di altri coi quali la Società lo avesse autorizzato a stipulare separati contratti. Tale diritto comporta quello dell'esperimento nell'officina delle materie prime impiegate, entro i limiti generalmente ammessi in simili costruzioni; qualunque siano questi esperimenti, essi si faranno a carico del costruttore. — Qualora durante il corso dei lavori si trovasse vantaggioso di introdurre delle modificazioni, la Società avrà il diritto di adottarle, per la parte del suo materiale non ancora consegnato. Nel caso in cui questi cambiamenti fossero di natura tale da modificare il prezzo previamente stabilito della vettura o del vagone ai quali si applicassero, tale variazione di prezzo verrà stabilita di comune accordo fra il costruttore e l'ingegnere in capo del materiale, oppure dai periti. — In ogni caso non si potranno introdurre delle modificazioni ai disegni stabiliti dal prefato ingegnere in capo senza che sia compartecipe lo stesso ingegnere e senza che ne abbia ottenuta l'approvazione delle modificazioni.

La formazione di tutti i bolloni, galletti, viti d'ogni specie, non potrà effettuarsi che fra la serie di quelli stati consegnati come tipi dalla Società al costruttore. Tutte le congiunzioni ad incastro dei legnami avranno luogo con una incavatura di 10 millimetri di raggio. Le superficie delle congiunzioni saranno ricoperte di un generoso strato d'impressione a biacca prima di essere avvicinate; tutte le volte che un pezzo di ferro dovrà applicarsi sul legno, la parte corrispondente del legno riceverà egualmente uno strato generoso d'impressione di biacca. I maschi dovranno congiungersi a sfregamento duro, nè si tollereranno tasselli o stuccature. — Le superficie di congiunzione dovranno essere tagliate colla maggiore accuratezza e precisione. Non dovrà esservi alcun agio nei fori dei bolloni di congiunzione. — Un pezzo qualunque sia di ciascuna serie, ovvero un insieme qualunque di pezzi di una vettura, potrà essere messo invece di un pezzo simile o dell' insieme dei pezzi di un'altra vettura. Dopo la costruzione delle prime cinque vetture o vagoni di ciascuna serie l'ingegnere in capo del materiale compilerà uno stato descrittivo del peso di ciascun pezzo di metallo, della cubicità di quelli in legno e del numero dei pezzi calcolati a numero. —

Tutte le spese, di qualunque natura esse siano, che abbisogneranno per la costruzione delle vetture o vagoni sono a carico del costruttore fino al momento in cui queste vetture verranno consegnate.

Le vetture ed i vagoni saranno ricevuti dagli agenti della Società, provvisoriamente in bianco nelle officine di costruzione; non verrà dato il permesso di verniciarli prima di una tale consegna; una seconda consegna egualmente provvisoria verrà eseguita allorchè ciascuna vettura o vagone sarà in ordine per entrare in servizio; il permesso di usarli sarà rilasciato dopo questa consegna; il ricevimento definitivo avrà effetto per ciascun veicolo dopo che avrà percorso 6 mila chilometri di strada; questa corsa è stabilita per constatare la buona esecuzione e per la garanzia della Società. — La garanzia alla quale acconsente il costruttore consiste: nella sostituzione immediata a sue spese di tutti i pezzi che si riconosceranno difettosi di forma, montatura e qualità durante la corsa convenuta. — Le riparazioni necessarie per il consumo rientrano nelle opere di manutenzione correnti e sono estranee a questa garanzia. — La stessa garanzia non si estende agli accidenti che possono avvenire, nè qualora provenga dal difetto del materiale fornito.

Art. II. *Intelajature.* — Le intelajature di ciascuna serie di vetture o vagoni saranno di rovere scelta e saranno costrutte uniformemente sul medesimo tipo; parte dei telaj avrà la lunghezza di $6^m 10$, e parte di $6^m 70$; nei primi la distanza delle sale sarà di $3^m 30$ e nei secondi di $3^m 70$. Tutti i vagoni e le vetture di seconda classe, non che i vagoni dei bagagli avranno dei telaj della lunghezza di $6^m 10$; le vetture ed i vagoni delle serie *B*, *C* e *D* avranno dei telaj della lunghezza di $6^m 70$. — Ciascuna intelajatura potrà essere montata indifferentemente sopra ognuna delle casse delle serie alla quale deve servire. — Per assicurarsi di questa precisione verrà formata dal costruttore un'apposita *sagoma* per ciascun genere di telaj: questa sagoma verrà punzonata dagli agenti della Società. — Tutti i legnami da impiegarsi tanto nei telaj, quanto nelle casse, dovranno avere almeno tre anni di taglio o di stagionatura, di cui un anno allo stato di tavole; in quest'ultima condizione verranno riconosciuti da un agente della Società, ed i legnami ammessi avranno una marca col punzone. I telaj saranno di forma rettangolare, costituiti di due travi longitudinali della grossezza di centimetri 25 per 11 cent., collegati da cinque traversi di 25 centimetri per 10 cent. e da un sistema di croci di sant' Andrea la cui superficie superiore corrisponda a quella pure superiore delle travi longitudinali. — Le congiunzioni saranno fatte a doppia immorsatura per le estremità delle travi e delle traverse intermedie ed a semplice immorsatura per gli estremi delle croci; alla metà delle croci la congiunzione dei legnami sarà a mezzo a mezzo — le traverse intermedie saranno intaccate per due terzi della gros-

sezza delle croci, le quali verranno intaccate di un sol terzo in questo punto di congiunzione, onde corrispondere alla superficie superiore delle travi longitudinali. — La riunione delle giunture verrà fatta col mezzo di grandi bolloni trasversali, di chiavarde, di staffe e di squadre doppie e semplici — Due tiranti in ferro laminato verranno collocati trasversalmente sulle travi longitudinali ed internati nella loro grossezza per ricevere i bolloni d'attaccamento della cassa.

Due catene di sicurezza, che andranno a terminare in uncini di ferro laminato, saranno assicurate a ciascuna estremità del telajo. Ogni intelajatura, mediante sospensori in ferro laminato, porterà sei doppj gradini composti di due grandi palette inferiori e di sei palette superiori, una di contro a ciascuna portiera.

Art. III. *Sale montate.* — Le ruote e sale saranno conformi al tipo approvato dall'ingegnere in capo del materiale. I seguenti pezzi avranno le dimensioni conformi alla descrizione, esclusa qualsiasi tolleranza: diametro esterno del falso cerchio; diametro della sala alla congiunzione; distanza interna dei cerchi delle ruote; distanza dei fusi fra gli assi; diametro dei fusi; lunghezza dei fusi; inclinazione della superficie del roteggio; larghezza delle intaccature delle chiavi; grossezza delle chiavi in acciajo; grossezza dei cerchi delle ruote nel mezzo; le diverse sagome che serviranno alla costruzione di queste ruote, come sono quelle delle sezioni dei quarti delle ruote, di verificazione dei fusi, delle sale, distanza delle ruote montate, ecc., dovranno essere previamente sottoposte alla revisione dell'ingegnere del materiale.

Il foro del mozzo di ciascuna ruota e la parte corrispondente di ogni sala saranno puliti e torniti con una precisione tale che una ruota qualunque possa adattarsi indistintamente a tutte le sale, e che gli attriti siano bastantemente resistenti perchè questa ruota non possa essere situata o ritirata che col mezzo del torchio idraulico. — Le congiunzioni fatte col concorso di questa macchina saranno ad una pressione superiore a 20 mila chilogrammi. — Le sale saranno tornite ai fusi ed alle parti porta-ruote. — La posizione e le dimensioni delle parti porta-ruote e dei fusi dovranno essere perfettamente identiche senza alcuna tolleranza. — Le intaccature delle chiavi saranno esattamente allineate e paralelle all'asse della sala. Le chiavi in acciajo saranno calibre e le loro intaccature sulla sala saranno eseguite in modo che le chiavi combacino dall'uno all'altro estremo su tutte le loro superficie.

Il ferro da impiegarsi nella costruzione delle ruote e specialmente delle sale dovrà essere di qualità eccellente. — La Società avrà il diritto, per assicurarsi della buona formazione di queste sale, di sottoporle a tutte le prove che giudicherà convenienti, restando però sempre nei limiti ove si tengono generalmente le società delle strade ferrate italiane e francesi. — Il mozzo della

ruota sarà in ghisa dolce di seconda fusione e di prima qualità, fusa lentamente; attraverso al modello si farà passare una quantità di ghisa doppia di quella che è necessaria per formare questo mozzo in maniera di dare ai razzi la temperatura occorrente per determinare il grado di coesione conveniente fra essi e la ghisa. — Il nome del costruttore dovrà collocarsi sopra ciascun mozzo, di fianco alla superficie anteriore e sopra ciascuna sala. — Inoltre ogni sala dovrà portare il numero proprio inciso in modo distinto. — La qualità dei cerchi delle ruote dovrà essere perfetta ed eguale a quella che si fa di meglio in questi momenti sulle strade ferrate.

Le condizioni generali di buona esecuzione, di garanzia, di scelta dei materiali, ecc., riportate nel I Articolo, si applicano egualmente al presente.

Art. IV. *Piastre di guardia.* — La montatura delle piastre di guardia al telajo avrà luogo in base ad una sagoma timbrata dagli agenti della Società, e nella stessa montatura dovrà essere portata la maggior precisione. — I fori delle piastre di guardia dovranno essere praticati col mezzo di un calibro, affinchè una piastra qualunque possa mettersi nel posto di un' altra senza aver bisogno di rendere il foro ovale. Non verrà tollerato alcun difetto nè nelle dimensioni di questi pezzi ricavati in base al disegno, nè nella loro costruzione. I bolloni che dovranno essere legati, si indicheranno nel disegno. — La posizione della linea di trazione verrà segnata esattamente; non si ammetterà alcuna tolleranza nella montatura delle aste di trazione. — Ciascun uncino di trazione porterà una doppia vite di attaccamento coi filetti rotondi. Ogni traversa estrema dell'intelajatura avrà i sostegni per le lampade giusta quanto fu tracciato nei disegni; i sostegni delle lampade indicati per le casse saranno collocati sui piedi estremi.

Art. V. *Scatole del grasso.* — Le scatole del grasso saranno in ghisa dolce, fusa lodevolmente, affinchè i cuscinetti possano adattarvisi in modo esatto senza essere ritoccati. Per la parte della scatola che deve accogliere il cuscinetto verrà rimesso al costruttore un modello, dopo di essere stato approvato dell'ingegnere del materiale. — Le scatole che non accogliessero questo modello, oppure in esse traballasse, saranno rifiutate. — Le scanalature destinate a ricevere le piastre di guardia saranno pure conformi all'apposita sagoma. Dovrà applicarsi la maggior cura nella montatura, affinchè l'asse del cuscinetto sia esattamente perpendicolare alla posizione della piastra di guardia determinata dalle scanalature laterali alla scatola.

I cuscinetti saranno in bronzo puro, il titolo della lega sarà di 84 parti di rame rossetto nuovo, con 16 di stagno inglese. — I cuscinetti verranno puliti prima della loro montatura. Saranno prese le maggiori precauzioni affinchè un cuscinetto qualunque possa adattarsi ad una scatola presa alla ventura, e per maggior sicurezza un modello od una sagoma interna ed esterna sarà provata sopra ciascun cuscinetto.

La parte superiore della scatola sarà di lamina dolce; essa dovrà chiudere convenientemente la scatola del grasso. Il disotto della scatola dovrà entrare liberamente, ma ciò non pertanto senza alcun agio, nella sua controparte; i fori della scatola e del serbatojo dovranno riuscire perfettamente retti e paralelli l'uno all'altro; la loro distanza dovrà essere invariabile per tutte le scatole; questi fori saranno provati con un modello.

Art. VI. *Molle.* — I disegni di dettaglio per la costruzione delle molle di ciascuna serie dovranno essere presentati dal costruttore all'approvazione dell'ingegnere del materiale, ed insieme a tali disegni verranno rimesse le condizioni di costruzione di queste molle, quali sarebbero; la saetta di costruzione, il carico di schiacciamento; il grado di flessibilità, ecc. — La materie da impiegarsi nella costruzione delle molle sarà: pei fogli ordinarj l'acciajo fuso per le molle di prima qualità; e pei fogli ausiliarj del ferro malleato ottenuto col carbone di legno, ma di qualità superiore.

Tutte le molle saranno esperimentate prima di essere impiegate, sottoponendole al peso di 2 mila chilogrammi ciascuna, per quelle di sospensione, e di chilog. 2400 ciascuna per quelle di urto e di trazione. — Dopo le prove di ricevimento ciascuna molla verrà timbrata da un agente della Società; essa dovrà inoltre avere la lettera della serie, ed il suo numero d'ordine di questa serie inciso in modo distinto sulla madre foglia.

La saetta della superficie superiore delle molle di sospensione, misurata sotto il peso della vettura vuota, sarà di 6 centimetri. — Le molle d'urto e di trazione saranno collocate alla metà dell'intelajatura ed avranno naturalmente una tensione permanente; esse saranno conservate fra due telaj di ferro laminato assicurati alle traverse col mezzo di sostegni in ghisa.

Le aste di trazione, delle quali una delle estremità di ciascuna deve essere assicurata nella briglia della molla, termineranno coll'altra estremità in un robusto uncino, posteriormente al quale sarà praticato un foro oblungo per accogliere la doppia vite di attaccamento. — Le aste di urto, che andranno a terminare in battitoj di ferro laminato, saranno guidate mediante pezzi di ghisa nelle scarpe pure di ghisa, e le estremità opposte ai battitoj avranno delle maniglie in ghisa che appoggeranno alle estremità delle molle di urto.

La garanzia delle molle è stabilita pel medesimo viaggio stato imposto per le vetture. — Tutte le molle che non potranno sostenere questo cammino verranno immediatamente sostituite a spese del costruttore. La garanzia di buona esecuzione alla quale si sottopone l'assuntore, è stabilita in un anno dalla data della consegna delle vetture alle quali appartengono le molle — La garanzia a cui sono obbligati i costruttori in altro non consiste che nella sostituzione immediata, a loro spese, delle molle che prestassero un cattivo servizio.

I disegni o tipi dei repulsori di urto a rotelle di caoutchouc vulcanizzato, saranno seguiti dai costruttori colla più scrupolosa esattezza. — I fori delle orecchiette dei repulsori saranno aperti in modo uniforme e simmetrico col mezzo di un modello; lo stesso avverrà pei fori corrispondenti nella traversa dell'intelajatura. — Le ruotelle di caoutchouc vulcanizzato saranno di qualità perfetta ed inalterabili sotto le influenze atmosferiche.

Le condizioni di garanzia per questi repulsori sono egualmente stabilite sul cammino imposto alle vetture alle quali appartengono.

Art. VII. *Casse delle vetture.* — Le vetture in generale saranno coperte con fogli di zinco N. 14, ed i canaletti in rame oppure in lamina impermeabili. — Le vetture di 1.ª classe avranno un doppio coperto. — Per le vetture di prima classe, come pure per quelle miste cogli scomparti di prima e di seconda classe e per le vetture di 2.ª classe, le mostre delle stoffe, oggetti da passamantiere e guernizioni diverse, dovranno essere approvate prima del loro impiego dall'ingegnere del materiale; metà della mostra così approvata resterà nelle mani dell'ingegnere della Società come un titolo giustificativo, e l'altra metà verrà restituita al costruttore, timbrata dalla società.

L'interno delle vetture sarà disposto nel seguente modo: gli scomparti pei viaggiatori di 1.ª classe saranno disposti per accogliere otto persone; ciascun sedile sarà diviso in due, mediante un appoggiatojo nel mezzo, prolungato verticalmente per formare il posto; un appoggiatojo esisterà a ciascun estremo del sedile; ogni vettura avrà tre scomparti. — L'interno delle casse di 1.ª Classe sarà guernito con un drappo grigio-chiaro; galloni lunghi e stretti di lana e di seta dello stesso colore del drappo; il drappo verrà foderato in tela per impedire l'uscita del crine. — Tutti i cuscini verranno imbottiti con crine di prima qualità. — La stoffa dovrà coprire le pareti, il fregio, la soffitta ed in generale tutte le parti viste. La soffitta ed il fregio saranno ornati di galloni; l'imbottitura dei sedili, degli appoggiatoj e schienali sarà altrettanto comoda quanto quella delle migliori vetture che si trovano sulle strade ferrate italiane e francesi. — Gli angoli verranno arrotondati, gli appoggiatoj ed il rovescio dei cordoni, dei vetri e dei cordoni dei piantali saranno guerniti di stoffa; i cordoni termineranno con ghiande e saranno trattenuti da collari; vi saranno delle impugnature in cuojo per tirare le portiere e chiuderle dall'interno della vettura, i piani inclinati saranno increspati come pure i loro galloni ed avranno la medesima lunghezza del drappo; vi sarà una guernitura imbottita al disotto di esse innanzi alle traverse di chiudimento. — In ciascun scomparto si troveranno quattro cuscini trapuntati, il cui fondo sarà ornato, largo 12 centimetri, ed il disotto sarà guernito di marocchino di pelle di capra del medesimo colore del drappo; si potrà girarlo a piacere; le portiere saranno guernite in drappo trapuntato con galloni. — I tiranti delle portiere saranno di cuojo guerniti di galloni. —

Le cortine, come pure le stuoje, saranno di merinos verde. — Il pavimento di ciascun scomparto verrà ricoperto con tela cerata. — Saranno collocati dei cordoni nell' interno per deporvi i cappelli. — I vetri dei telaj delle portiere saranno di grossezza doppia, bianchi e di prima qualità; ogni cassa verrà internamente illuminata da una lanterna munita di tendine. — Il pavimento verrà ricoperto da un tappeto di stoffa vellutata doppia con al disotto traliccio di filo per l'estate.

L' interno delle vetture di seconda classe sarà diviso in quattro scomparti, ciascuno dei quali dovrà contenere dieci viaggiatori. — L'interno degli scomparti verrà guernito con traliccio di filo grigio; — la guernitura dello schienale ed appoggiatoj si fermerà all'altezza della parte inferiore degli sportelli a vetri di fianco. Essa sarà liscia senza trapunti esterni; l' imbottitura si farà con filaccio e crine di prima qualità; vi saranno due cuscini per scomparto — il disotto di questi cuscini sarà guernito di un robusto traliccio ordinario. — I telaj a vetri delle portiere saranno muniti di cordoni di cuojo. L'interno, al disopra della guernitura, come pure la soffitta, saranno verniciati a colore del legno di rovere. — Due lampade interne illumineranno i quattro scomparti di tali vetture. Le vetture miste potranno essere di due specie, cioè a due scomparti di seconda classe, ed uno scomparto di prima classe, ovvero di due *coupés* di prima classe e di due scomparti di seconda classe. Tanto nell'uno quanto nell'altro caso le disposizioni delle casse interne saranno quelle delle casse della medesima specie delle serie di prima e di seconda classe.

Le vetture di terza classe saranno provvedute di sedili interni trasversali in cinque scomparti cogli schenali a mezza altezza. — Ogni scomparto conterrà dieci persone. — L' interno delle vetture di terza classe non verrà in alcun modo tappezzato, ma soltanto verniciato color rovere; le vetture saranno chiuse interamente, i telaj saranno muniti di vetro semplice ordinario; l'interno di ogni vettura verrà illuminato da due lampade.

La verniciatura delle vetture destinate pei viaggiatori si eseguirà nel seguente modo: Per le vetture di prima classe, la dipintura esterna sarà fatta con bleu d'oltremare a lucido per il fondo, ed il telajo degli sportelli ed i padiglioni saranno dipinti in nero d' avorio; i bastoncini e le modanature saranno campite pure in nero d'avorio; le filettature a vermiglio inglese. Le lettere ed i numeri delle serie, come pure le iniziali della Società e l' indicazione della classe, saranno dipinte in oro sulle superficie laterali della cassa. La dipintura esterna avrà luogo nel seguente modo: Due strati d'impressione di biacca; sei strati d'apparecchio; pomiciatura sino all'impressione; uno strato di biacca colorito in relazione ai fondi; masticiatura colla vernice e pomiciatura, due strati di tinta bleu d' oltremare, uno strato di vernice, un altro pure di vernice pel pulimento; campimento, filettatura, dipintura

delle lettere, numeri ed indicazioni diverse, verniciatura infine delle molle còn vernice inglese pura. — La dipintura dei treni sarà composta di uno strato di impressione di biacca, con masticiatura, due strati di nero ed uno strato di vernice ai treni. — Prima dell'applicazione della tappezzeria, i legnami saranno ricoperti di uno strato d'impressione di biacca. — Le vetture di seconda classe avranno esternamente la medesima dipintura che le vetture di prima classe, salvo le indicazioni delle lettere e dei numeri, che in luogo di essere in oro saranno semplicemente a color vermiglio inglese di prima qualità. — La dipintura interna, nelle parti non guernite, sarà composta per le pareti e per la soffitta di uno strato d'impressione colla biacca, passata alla carta lucida e masticiata, uno strato bigio a biacca, due strati di fondo color legno, uno strato di vernice per la pulitura, pulimento dei mastici, dipintura a legname di rovere; uno strato di vernice di finimento. — Al pavimento verrà applicato un forte strato d'impressione colla biacca e due strati di nero. — La verniciatura esterna delle vetture miste sarà esattamente come quella delle vetture di prima classe e della medesima tinta; le indicazioni delle casse di prima classe saranno eseguite in oro, quelle delle altre classi si eseguiranno in vermiglio inglese di prima qualità. — La dipintura esterna delle vetture di terza classe sarà esattamente la medesima di quella delle vetture di seconda classe, salvo la tinta che sarà verde naturale. — La dipintura interna sarà senza eccezione simile a quella delle vetture di seconda classe nella parte non guernita.

Art. VIII. *Casse dei vagoni.* — I vagoni coperti in generale comprendono i vagoni pei bagagli, le scuderie e quelli per le merci; il coperto sarà di tela sabbiata nel modo indicato più sotto. — I vagoni pei bagagli saranno acconciati in modo da formare al disotto sei nicchie pei cani — Questi vagoni saranno chiusi da due porte a doppia imposta, in ciascun lato scorrenti sopra regoli esterni. — Durante il giorno essi verranno illuminati da quattro piccoli telaj a vetri fissi, ed in tempo di notte col mezzo di una lanterna protetta da una doppia croce in ferro. — Il posto del guarda-freno sarà bastantemente alto affinchè trovandosi seduto possa vedere facilmente la parte superiore delle vetture; esso verrà protetto da una garretta a quattro lati. — I vagoni per gli equipaggi verranno consegnati colle loro coreggie destinate ad assicurare gli equipaggi stessi. — Tali vagoni avranno i due lati minori mobili sopra cerniere, per cui abbassandoli sui repulsori verranno a costituire un ponte, e rialzandoli in seguito al caricamento si chiuderà il vagone. — I vagoni-scuderie saranno a tre scomparti nella direzione della rotaja, separati mediante tramezze che si eleveranno alla metà dell'altezza della cassa; essi verranno illuminati da due grandi finestre munite di persiane. — Questi scomparti saranno imbottiti in tutti i sensi, con graticci laterali, e coperti di cuojo posteriormente; una rastrelliera mobile sarà collocata alla testa del cavallo ed a di-

sposizione del palafreniere. — Vi sarà lo scomparto pel palafreniere con sedile, illuminato lateralmente da finestra difesa da tende di cuojo. — I vagoni per le merci saranno interamente chiusi e coperti. — Il chiudimento di tali vagoni avrà luogo nel modo stesso di quello dei bagagli, col mezzo di una porta in due imposte scorrente sopra regoli esterni. Verrà praticata un' apertura in alto longitudinalmente alle pareti laterali, la quale sarà difesa da una tela verniciata applicata alla copertura del vagone; alcune funi serviranno ad assicurare queste cortine col mezzo di anelli longitudinalmente alla cassa. Questi vagoni saranno capaci di comprendere il carico massimo di chilogrammi 10000 senza alcun guasto. — Le casse dei vagoni pel carbon fossile e per le pietre avranno a ciascun lato una larga portiera chiusa da due imposte. — I fianchi e le sponde laterali si eleveranno un metro sul pavimento, vale a dire all'altezza della prima traversa; il resto sarà scoperto; le sponde estreme avranno la figura di un tetto triangolare. — Questi vagoni saranno capaci di contenere un carico di 10000 chilogrammi.

La verniciatura dei vagoni verrà eseguita nel seguente modo: pei vagoni dei bagagli il dipinto esterno della cassa consisterà in uno strato d' impressione a biacca, nella ripassatura con carta lucida e masticiatura, in uno strato di vernice grigia a biacca, in due strati di fondo verde di Prussia, ed in nero per le ferramenta; in uno strato di vernice francese per il pulimento, nella dipintura delle lettere ed indicazioni diverse; campitura e filettatura; uno strato di vernice francese. — La dipintura interna della cassa sarà fatta con tre strati di vernice a biacca color grigio, con uno strato di impressione masticiato e due strati di tinta grigia. — La dipintura dei treni si comporrà di uno strato d'impressione colla biacca, nella masticiatura, in due strati di nero ed uno strato di vernice francese. — Per tutti gli altri vagoni, compresi quelli pel carbon fossile e per le pietre, la verniciatura verrà eseguita nel seguente modo: alla cassa si applicherà uno strato d'impressione, due strati di tinta, uno dei quali a vernice, le lettere, i numeri. ecc., color vermiglio, rilevati da un filetto grigio bianco, — la dipintura interna delle casse consisterà in uno strato d' impressione, due strati di tinta, uno dei quali a vernice. Infine la dipintura dei telaj si eseguirà con uno strato di impressione grigia di biacca, uno strato nero ed un altro a vernice.

La tela per le coperture dei vagoni destinati ad essere coperti sarà preparata nel seguente modo: uno strato d' impressione a vernice sul traliccio; uno strato grigio coll' olio grasso — un' insabbiatura, un secondo strato grigio coll' olio grasso, due insabbiature, ed un secondo strato di nero. Tuttavia la Società si riserva il diritto d' imporre al costruttore l'acquisto di tele sabbiate per le coperture, dal fabbricante di tele che già le avesse fornite alla strada ferrata. — La mostra del traliccio dovrà essere approvata dall'ingegnere del materiale della Società.

La quantità delle vetture o vagoni che la Società desidera di munire di freni meccanici sarà indicata in tempo opportuno al costruttore. Questi freni dovranno essere stabiliti nelle migliori condizioni ammesse in giornata sulle strade ferrate.

Art. IX. *Condizioni generali per l'appalto del materiale circolante, cioè vetture e vagoni.* — La Società si riserva il diritto di stabilire le epoche ed i luoghi ove devono essere consegnate le vetture allestite interamente per entrare in servizio, come pure il numero e la natura di queste vetture, obbligandosi tuttavia a far conoscere le sue risoluzioni all'assuntore almeno cinque mesi prima.

Si avverte che i tipi annessi al contratto, di cui forma parte anche il presente capitolato, sono esclusivamente destinati a dare un'idea della specie delle diverse vetture e vagoni; peraltro nella costruzione di questo materiale dovrà attenersi in particolare il costruttore ai vagoni di già in servizio sulla strada ferrata di cui è cenno, e conformarli ai piani che verranno successivamente consegnati al costruttore.

Gli assuntori si obbligano a subire la trattenuta di 5 franchi per ogni giorno di ritardo alla consegna e per ogni vettura, qualunque serie essa appartenga. — Questa trattenuta si farà di pieno diritto della Società pel solo fatto del ritardo, senza che vi sia bisogno di alcun avviso o formalità qualunque, senza però alcun pregiudizio a quegli ulteriori compensi dei danni che potrebbero essere causati dal ritardo del servizio.

Il pagamento del prezzo che sarà convenuto fra la Società e l'assuntore verrà fatto nel seguente modo: il 75 per cento dopo il ricevimento delle vetture nell'officina del costruttore ed il 25 per cento dopo la consegna di tali vetture nella stazione.

CAPITOLO IX.

LEGISLAZIONE SULLE STRADE FERRATE.

REGNO LOMBARDO VENETO

Norme relative al conferimento di concessioni per la costruzione di ferrovie private (*).

§ 1. Onde poter aprire una strada ferrata, che da qualche imprenditore s' intendesse di costruire esclusivamente per suo uso, sia sui proprj fondi o terreni, che sui fondi altrui dietro assenso del rispettivo proprietario, ciò che sarà da comprovarsi in precedenza, occorrerà soltanto che egli si legittimi d'aver ottenuta la concessione prescritta dalle leggi generali. Simile concessione non potrà però essere accordata, se non dopo che sarà stato sentito il parere di uomini versati nell'arte di costruire strade di ferro.

Per aprire invece una ferrovia destinata a servire al pubblico trasporto di persone e mercanzie, o per la quale una strada provinciale dovrebbe essere convertita in ferrovia, occorrerà il consenso speciale dell'Amministrazione dello Stato, cioè:

a) il permesso di por mano ai lavori preparatorj,

b) la concessione per la costruzione della strada e dei relativi fabbricati.

(*) Queste norme sono contenute nell'Ordinanza 14 settembre 1854 del Ministero del commercio, industria e pubbliche costruzioni, la quale fu emanata in seguito all'autorizzazione ottenuta da S. M. I. R. A. colla Sovrana risoluzione 8 settembre 1854. — Colle medesime si sono perciò derogate quelle contenute nella Circolare Governativa 12 settembre 1838, N. 28485-3096.

§ 2. Il permesso di por mano ai lavori preparatorj spetta al Ministero del commercio, industria e pubbliche costruzioni, di concerto col Ministero dell'interno, e del Comando supremo dell'armata.

La concessione di costruire una ferrovia viene impartita da Sua Maestà I. R. Apostolica.

§ 3. Il permesso di por mano ai lavori preparatorj (§ 1 *a*) può essere conferito tanto a singole persone, che a società regolarmente costituite, siccome pure a persone che intendessero unirsi in società. Tale permesso non sarà accordato, che quando non siavi ostacolo, nè rispetto alla persona dell'aspirante, nè rapporto ai diritti privati od a pubblici riguardi.

Venendo chiesto tale permesso da una società non ancora costituita, non sarà esso accordato, che sotto la condizione che i postulanti debbano avanti tutto adempiere a tutte quelle condizioni le quali sono prescritte nella legge 26 novembre 1852 sulle associazioni, circa al conseguimento della licenza per la formazione di una società: § 7-17.

Le singole persone e le società le quali aspirano ad ottenere tale concessione, dovranno all'uopo rivolgersi al Ministero del commercio, industria e pubbliche costruzioni, ed uniranno alla relativa istanza il piano di tutta l'impresa, e particolarmente la direzione della progettata ferrovia, da dimostrarsi almeno in un abbozzo generale, ed indicheranno il tempo entro il quale avranno principio e compimento i lavori preparatorj.

§ 4. Col permesso di por mano ai lavori preliminari di una ferrovia il postulante concessionario non ottiene che il diritto d'intraprendere a sue proprie spese i rilievi per la futura esecuzione della progettata ferrovia, osservando il disposto dalle vigenti leggi e sotto la sorveglianza dell'autorità, e di procedere ai necessarj lavori di misurazione e livellazione. Con questo permesso però il ricorrente per una concessione non ottiene nè un diritto di prelazione, nè alcun'altra esclusiva ragione.

Il permesso pei lavori preliminari può quindi, rispetto ad una sola e medesima linea di ferrovia, essere accordato a più persone diverse. Tale permesso pei lavori preliminari non è valevole che per il periodo di tempo esplicitamente fissato; trascorso il quale, il permesso stesso sarà da considerarsi come estinto; esso potrà però sotto le condizioni succitate, essere nuovamente ricercato ed accordato.

§ 5. Per ottenere la concessione di costruire una strada ferrata sarà d'uopo presentare al Ministero del commercio, industria e pubbliche costruzioni, una istanza nella quale venga espresso:

I. che i postulanti hanno ottenuto il permesso di procedere ai lavori preliminari;

II. che la progettata strada riesce a vantaggio del pubblico;

III. in qual modo siasi pensato per provvedere agli occorrenti mezzi pecuniarj;

IV. l'istanza dovrà essere corredata di un piano di tutta l'impresa, del relativo progetto convenientemente elaborato, e del preventivo delle spese;

V. al Ministero del commercio è riservato, a norma delle circostanze, di esigere dai postulanti la prestazione di una cauzione, e trattandosi di società, la prova che dai cointeressati sono sufficientemente assicurati i fondi per l'impresa (*).

§ 6. Prima che l'istanza per la concessione di costruire una ferrovia venga assoggettata alla Sovrana approvazione, sarà da esaminarsi con ogni cura, se l'opera stessa e le sue parti contengono cosa che non sia in piena consonanza colle vigenti leggi, coi riguardi pubblici, o coi diritti privati già anteriormente acquistati. Particolare attenzione si dovrà fare affinchè l'impianto della strada succeda in modo da evitare ogni danneggiamento dei vicini fondi, fabbricati ecc. A tale scopo si dovrà in ogni singolo caso, dietro incarico del Ministero del commercio, convocare dalla Luogotenenza del Dominio per cui passa la ferrovia progettata una Commissione di intelligenti, la quale sotto la sua dirigenza e coll'intervento d'incaricati delle competenti autorità militari e civili, e dei cointeressati, si porti, ove occorra, anche sul sito, onde rilevare lo stato delle cose, e poscia esprima circa al progetto il proprio ben ponderato parere; su di che sarà da procedere di concerto col Ministero dell'interno, e del Comando supremo dell'armata.

§ 7. La concessione per l'aprimento di una ferrovia, la quale serva ad uso del pubblico, non viene accordata che per un tempo determinato. Questo non dovrà oltrepassare la durata di novant'anni, anzi a norma delle circostanze limitarsi ad un minor numero di anni.

Il termine pella durata di una simile concessione ha luogo col giorno in cui la strada viene intieramente o soltanto in parte messa al pubblico servizio.

§ 8. Trascorsa che sia la durata del privilegio, la proprietà della strada stessa, non che dei fondi o terreni, e degli annessi manufatti, passa tosto per legge, senza indennizzo, direttamente allo Stato. Agl'imprenditori resta però la proprietà degli oggetti esclusivamente appartenenti ai mezzi di trasporto, del mobigliare, degli attrezzi e delle realità.

L'impresa dovrà consegnare la strada e sue pertinenze in istato servibile. Sarà poi recato a speciale dovere dell'Autorità di sorvegliare che negli ultimi 5 anni, prima della scadenza del termine del privilegio, vengano tosto eseguite le necessarie riparazioni; al che si costringerà l'Impresa, ove occorra, anche con mezzi coattivi.

(*) Tanto in Francia quanto in Piemonte si esige sempre un deposito in denaro od in effetti di pubblico credito per garantire gli obblighi che vengono imposti ai concessionarj nei capitolati relativi.

§ 9. Alla concessione pella costruzione di una ferrovia, si congiungono di regola (qualora però il documento di concessione non comprenda in sè speciali limitazioni o riserve) anche le seguenti facilitazioni.

a) L'Impresa di ferrovia acquista il diritto di costruire una strada ferrata nella direzione indicata dal progetto approvato.

Qualora poi per la costruzione di essa, e fino al suo compimento, si volessero eseguire delle ferrovie laterali pel trasporto dei materiali, si dovrà conseguire il relativo consenso, e pel caso che le dette strade laterali dovessero essere costruite sopra terreni altrui, si dovrà previamente dimostrare di aver ottenuto l'assenso del rispettivo proprietario del fondo.

b) L'Impresa della strada ferrata acquista colla concessione ottenuta un diritto esclusivo per la costruzione di essa, inquantochè a nessuno è permesso pel periodo della durata della concessione, di costruire ad uso pubblico un' altra ferrovia, la quale congiunga gli stessi punti estremi, senza toccare nuovi punti intermedj strategicamente, politicamente o commercialmente importanti.

Resta all'incontro in facoltà dell'Amministrazione dello Stato di accordare anche durante il periodo della concessione il permesso ad altre Imprese private, di costruire delle ferrovie laterali, ovvero una ferrovia in continuazione di quella già privilegiata, ovvero di farne costruire a spese dello Stato.

c) Ad un'Impresa di ferrovia di comune vantaggio si accorda il diritto di espropriazione conformemente al § 365 del Codice civile, però soltanto riguardo a quegli spazj di terreno che saranno riconosciuti assolutamente necessarj all'esecuzione dell' impresa.

Alla Luogotenenza del rispettivo Dominio, ed in ulteriore istanza al Ministero dell' Interno, spetta il decidere sulla misura di tale necessità. Prima di passare all'uso di detto diritto di espropriazione, dovrà però l'Impresa della ferrovia esperire per l'acquisto del fondo e del relativo compenso, un amichevole convegno, e soltanto nel caso che riescisse infruttuoso il tentativo, potrà rivolgersi alla rispettiva Luogotenenza per un formale giudizio di espropriazione. Dopo che tale sentenza di espropriazione avrà raggiunto l' inappellabilità, l' Impresa di ferrovia dovrà promuovere presso la rispettiva autorità giudiziaria la stima giudiziale del fondo da espropriarsi, e l' importo di stima da essa fissato, sarà da pagarsi al proprietario del fondo, ovvero qualora il pagamento per rifiuto di accettazione, o per gli altri motivi legali, non potesse essere effettuato, si depositerà presso l'autorità giudiziale; con che l'Impresa entra nel possesso del fondo espropriato, e quindi non deve più venir impedita per tale motivo l'esecuzione del lavoro. Qualora però all'atto della stima non fossero state osservate tutte le prescrizioni inerenti al giudiziale rilievo d'arte, allora resta libero al proprietario, ove creda di avere diritto ad un maggior indennizzo, di esperire le vie del foro.

Nel modo stesso si procederà ove trattasi di temporaria utilizzazione di proprietà altrui, e di cui indispensabilmente abbisognasse l'Impresa per la concessa costruzione della strada di ferro (*).

d) Colla concessione, l'Impresa acquista inoltre il diritto di trasportare sulla ferrovia da essa costruita, persone e cose, dietro la tariffa stabilita, in quanto però il relativo trasporto in seguito alla regalia postale non sia esclusivamente riservato all'Istituto postale.

§ 10. Le Imprese concessionarie di ferrovie invece dovranno, oltre agli obblighi contenuti nelle leggi generali, adempiere verso l'Amministrazione dello Stato anche i seguenti:

a) Le Imprese di strade ferrate dovranno prima di dar mano alla costruzione della strada privilegiata, produrre per l'approvazione i piani dettagliati della strada, dai quali si possano desumere le pendenze e le curve di essa, nonchè la distanza de' suoi binarj; sul qual proposito anzi si dovrà cercare di conseguire una misura uniforme, nella larghezza della strada, ed all'atto della costruzione di essa e dei singoli manufatti, si dovrà soddisfare esattamente alle prescrizioni generali per le costruzioni, nonchè a quelle emesse in particolar modo per esse imprese.

A queste appartengono specialmente le misure precauzionali contro il pericolo di incendio, od altri danni ecc. ecc. (**).

(*) Nei capitolati annessi alle concessioni di strade ferrate nell'Impero Francese, venne invece prescritto che: « tutti i terreni necessarj pel collocamento della strada ferrata e sue dipendenze, per « la deviazione delle strade di comunicazione e dei canali trasportati, ed in generale per l'esecu« zione dei lavori, qualunque essi siano, ai quali potrà dar luogo la formazione della strada, sa« ranno acquistati e pagati dalla Società concessionaria. — Gli indennizzi per occupazioni tem« poranee o per deterioramento dei terreni, per sospensione, modificazione o distruzione delle « officine, per tutti i danni qualunque, risultanti dai lavori, saranno sostenuti e pagati dalla Società. »
E siccome le occupazioni non possono aver luogo che per le aree stabilite dal progetto stato approvato dal Ministro dei lavori pubblici, così non può verificarsi alcuna ulteriore discussione in proposito da parte degli ufficj dipendenti, i quali non hanno che la materiale esecuzione di quanto fu sancito.

(**) Secondo le concessioni fatte in Francia, le Società non possono intraprendere i lavori se non che dietro la presentazione ed approvazione del progetto di tutte le opere da eseguirsi, progetto che deve essere prodotto in doppio esemplare. Uno di questi esemplari si ritorna alla Società, e l'altro si trattiene presso la pubblica Amministrazione.

Laonde il tracciamento ed il profilo di ciascuna strada sono definitivamente assentati colla produzione del summentovato progetto d'insieme, il quale comprende per ciascuna linea:

1.° Una pianta generale nella scala di 1 a 10 mille.

2.° Un profilo longitudinale nella scala di 1 a 5 mila per le lunghezze, e di 1 a mille per le altezze, le cui ordinate sono riferite al livello medio del mare, preso come un piano di confronto; al disotto di questo profilo si indicano col mezzo di tre linee orizzontali disposte a tal effetto: *a*) le distanze chilometriche della strada ferrata conteggiate dalla sua origine; *b*) la lunghezza e l'inclinazione di ciascuna livelletta; *c*) la lunghezza dei rettilinei e lo sviluppo delle parti curve del tracciamento, facendo conoscere il raggio corrispondente a ciascuna di queste ultime.

3.° Un determinato numero di sezioni trasversali, compresa la sezione modello della strada.

b) Le Imprese di ferrovie sono obbligate a compensare ogni danno che mediante la costruzione della ferrovia in discorso fosse stato recato alla proprietà tanto pubblica quanto privata.

Le Imprese di ferrovie dovranno inoltre prendere tali disposizioni che valgano a difendere le campagne e le fabbriche confinanti dai danni che potessero derivar loro dalla strada, tanto durante la costruzione di essa, quanto in avvenire, e sono obbligate a garantirne il compenso (*).

c) Se mediante la costruzione della ferrovia, venissero totalmente od in parte guastate o rese impraticabili strade pubbliche, ponti, passaggi di pedoni od altri mezzi di comunicazione, allora l'Impresa di ferrovia sarà obbligata, ogni volta che riceva un ordine dalle autorità, di ristabilire pienamente in altro sito la interrotta comunicazione (**).

Le strade, ponti ecc., stati costruiti in luogo dei distrutti, o resi impraticabili, dovranno essere mantenuti in buono stato da coloro ai quali incombeva la manutenzione delle strade, ponti ecc. anteriormente esistenti.

Essi potranno pretendere dall'Impresa di ferrovia l'indennizzo di una parte proporzionale delle spese, in quanto però le spese di manutenzione di esse strade, ponti ecc. fossero state aumentate in causa della costruzione della strada ferrata.

Se per la riattivazione delle interrotte comunicazioni, si rendessero necessarj dei particolari lavori che prima non occorrevano, come, per cagion d'esempio, sui ponti, argini ecc., cade a carico dell'Impresa della ferrovia non solo la primitiva ricostruzione, ma benanco la futura manutenzione.

4.° Una memoria nella quale sono giustificate tutte le disposizioni essenziali del progetto, ed uno stato descrittivo nel quale sono riprodotte, sotto la forma di tabelle, le indicazioni relative alle declività ed alle curve che vennero di già indicate nel profilo longitudinale.

La posizione delle stazioni progettate, quella dei canali e delle strade di comunicazione attraversate colla strada ferrata, dei passaggi sia a livello, sia al disopra che al disotto della ferrovia, devono essere indicati tanto sulla pianta quanto sul profilo longitudinale, il tutto senza alcun pregiudizio dei progetti da fornirsi per ciascuna di tali opere.

In riguardo poi alle stazioni le Società sono tenute di sottoporre prima dell'incominciamento dei lavori i relativi progetti, che si compongono:

1.° Di una pianta nella scala di uno a 500 indicante le rotaje, i marciapiedi, gli edificj e la loro distribuzione interna, come pure la disposizione dei loro contorni.

2.° Di una elevazione delle fabbriche nella scala di 1 a cento.

3.° Di una memoria descrittiva, nella quale sono giustificate le disposizioni essenziali del progetto.

(*) La legge francese 15 luglio 1845 sulla polizia delle strade ferrate ha ingiunte delle apposite prescrizioni sulla distanza a cui vanno collocati i muri di cinta, gli edifici ed i depositi infiammabili dalle strade ferrate, onde non ne derivi alcun danno dall'esercizio di esse coll'uso delle locomotive — Veggasi questa legge riportata a suo luogo.

(**) I capitolati francesi prescrivono che in precedenza all'intercettamento delle comunicazioni che esistono deve essere fatta una ricognizione dagli ingegneri del luogo, all'effetto di constatare se le opere provvisorie presentano una solidità sufficiente, e se esse possono assicurare il servizio della circolazione. — Viene inoltre stabilito dall'Amministrazione un tempo perentorio per l'esecuzione dei lavori e per ripristinare le comunicazioni intercettate.

d) Qualora la strada ferrata venga condotta sopra una pubblica via, un ponte, od un argine, allora l'Impresa di ferrovia dovrà ad ogni ordine dell'Autorità, curare che sia chiusa in modo rassicurante, ed intendersi con chi s'aspetta per l'utilizzazione della strada, del ponte o dell'argine; un'uguale chiusura dovrà pure curarsi ove una pubblica strada attraversa la ferrata, ovvero s'innesti con essa, od altrimenti ai punti di stazione il chiudimento della strada ferrata si rendesse necessario per riguardi pubblici e venisse ordinato dalla competente autorità.

e) La tariffa stabilita pel trasporto delle persone e delle merci e per le competenze accessorie, la quale è da sottoporsi di tre in tre anni ad una revisione, dovrà essere rassegnata all'approvazione dell'I. R. Ministero del Commercio, Industria e Pubbliche Costruzioni, di concerto coll'I. R. Ministero dell'Interno.

Nel fissare la tariffa si avrà il conveniente riguardo ad ogni influente circostanza, alla presuntiva rendita della strada, alle tariffe delle ferrovie vicine, ecc.

La tariffa dei prezzi dovrà essere notificata al pubblico, e quando il ricavo netto della strada superasse il 15 per 100 delle spese, è riservato all'Amministrazione dello Stato di determinare un equo ribasso dei prezzi.

f) L'Impresa di ferrovia è obbligata di assoggettare intieramente il proprio esercizio alle prescrizioni vigenti per l'esercizio delle strade ferrate.

L'Impresa di ferrovia è anche particolarmente obbligata al gratuito trasporto delle spedizioni postali, nonchè degl'impiegati di posta, a tenore del § 68 del Regolamento sull'esercizio delle strade ferrate.

Desiderando l'Amministrazione militare di far uso della strada ferrata pel trasporto di truppe o di effetti appartenenti al militare, gl'imprenditori saranno obbligati di mettere a sua disposizione tutti i mezzi occorrenti al trasporto verso compenso secondo i prezzi stabiliti allo stesso oggetto dalla tariffa delle strade ferràte dello Stato (*).

g) L'Impresa di ferrovia dovrà concertarsi colle ferrovie confinanti (sia che le stesse fossero già state costruite all'epoca della concessione, o lo fossero più tardi) relativamente all'orario, alla scambievole utilizzazione della strada, e dei mezzi di trasporto, ed in generale rispetto all'ordine delle vicendevoli condizioni di movimento.

Non potendosi ottenere un amichevole convegno, ovvero non corrispondendo i concerti presi agl'interessi pubblici, allora il Ministero del Com-

(*) Le Imprese di strade ferrate francesi sono tenute a trasportare i militari e marinaj che viaggiano in corpo, come pure quelli che viaggiano isolatamente per titolo di servizio, al prezzo di un quarto delle tariffe stabilite nei relativi capitolati. — E qualora abbisogni al Governo di dirigere delle truppe in qualche punto della linea di strada ferrata, il corrispettivo si limita alla metà del prezzo delle tariffe.

mercio. Industria e Pubbliche costruzioni emetterà d' ufficio le necessarie disposizioni, alle quali poi le Imprese di ferrovie dovranno assoggettarsi.

h) Le Imprese di ferrovie dovranno permettere senza diritto a compenso lo stabilimento di una linea telegrafica dello Stato lungo la strada ferrata sul proprio loro terreno, o, quando esse possedessero una propria linea telegrafica, l'uso della medesima.

i) Le Imprese di ferrovie non potranno senza speciale autorizzazione per parte dell'Amministrazione dello Stato, stipulare prestiti con emissione di obbligazioni, ed in forma di emissione di azioni, o di versamenti sulle azioni anteriori.

I preaccennati obblighi delle Imprese di ferrovie dovranno loro servire di norma, in quanto però nel relativo documento concessionale non sia fissata una speciale eccezione.

Resterà cioè in facoltà dell'Amministrazione dello Stato di facilitare ad una impresa di ferrovia l' uno o l'altro degli obblighi; ovvero d'altra parte in casi affatto speciali, come per esempio qualora da parte dell'Amministrazione dello Stato viene assunta la garanzia degl' interessi per l' Impresa ecc., di prescrivere all'atto del rilascio della concessione, l'osservanza di ulteriori obblighi.

§ 11. La concessione per una ferrovia si estingue:

a) quando sia trascorso il periodo di tempo pel quale venne accordata la concessione;

b) qualora non venga osservato il termine perentorio, esplicitamente prescritto dal documento concessionale per compimento della ferrovia, o di singoli tronchi di essa, come pure per l'aprimento dell' esercizio; premesso però che per ragioni degne di particolare riguardo, come per esempio per sopraggiunti inevitabili ed imprevedibili avvenimenti, non si abbia ottenuta dall'Amministrazione dello Stato apposita dilazione.

Nel caso contemplato sotto lett. *b*) rimane bensì all' Impresa l'acquistata proprietà dei fondi di terreno, fabbriche ecc. (premessa la legale espropriazione), ma ciò non pertanto è in facoltà dell'Amministrazione dello Stato di accordare ad un'altra Impresa successoria la concessione per la costruzione della ferrovia in discorso, ovvero di compierla a spese dello Stato.

§ 12. Qualora l' Impresa di ferrovia, ad onta delle reiterate ammonizioni, non desse ascolto agli ordini della preposta autorità, ovvero nel caso che essa agisse in modo contrario alle principali determinazioni del documento concessionale, ovvero al regolamento emanato per l'esercizio di strade ferrate, allora sarà in facoltà del Ministero del Commercio di ordinare a rischio e spese dell' Impresa dell'esercizio, il sequestro della ferrovia concessionata.

§ 13. Affari che si riferiscono all'osservanza delle presenti determinazioni, sono esclusi dalle vie del foro, e devono pertrattarsi dinanzi alle autorità amministrative.

Regolamento per l'esercizio delle strade ferrate (*)

DOVERI DELLE IMPRESE DELLE STRADE FERRATE E DEI LORO IMPIEGATI

A. Prescrizioni generali per l'esercizio delle strade ferrate.

a) *Permesso di aprire la strada.* — § 1. Quando la costruzione di una nuova strada ferrata, o di un tronco di essa, è portata a termine a norma del progetto approvato dall'Autorità, e vuolsi aprire all'uso del pubblico la strada od il tronco, deve ottenersi lo speciale permesso del Ministero del commercio, dell'industria e delle pubbliche costruzioni, e ciò tanto nel caso che si tratti di una strada ferrata dello Stato, o di una strada ferrata privata, per la costruzione della quale venne impartita a suo tempo la concessione, sia che tale strada venga esercitata immediatamente dall'Amministrazione dello Stato, o col mezzo di persone private.

b) *Condizioni necessarie.* — § 2. Per ottenere un tale permesso devési provare, per le strade ferrate dello Stato col mezzo dell'Autorità all'uopo destinata, e per le strade private col mezzo dell'Impresa d'esercizio, che, avuto riguardo al modo di costruzione della strada, ed alla qualità e quantità dei mezzi d'esercizio che vi si trovano, possa ripromettersi con ogni fondamento un regolare, esatto e sicuro esercizio. Devesi ciò pure constatare col mezzo di una speciale commissione spedita a tale scopo, a cui deve assistere anche un delegato della Luogotenenza nel cui territorio si trova la strada o il tronco di strada ferrata.

In ispecie deve provarsi al suddetto scopo:

a) che la strada e gli edificj che vi appartengono siano costruiti a norma delle relative leggi e prescrizioni di sicurezza e sanità;

b) che la strada sia provveduta dei mezzi *d'esercizio necessarj per le corse* nella qualità e quantità conveniente;

c) che siansi prese le necessarie cautele per evitare infortunj;

d) che vi si trovino in sufficiente quantità ed in conveniente qualità tutti quei mezzi che in caso d'infortunj possano servire al soccorso ed al salvamento dei malcapitati, ed a stornare pericoli maggiori;

e) che la strada ferrata sia provveduta del personale convenientemente qualificato (impiegati ed inservienti) necessario pel regolare esercizio, e che questo abbia già ricevute le necessarie prescrizioni di servizio ed istruzioni.

c) *Manutenzione della strada e dei mezzi d'esercizio; nomina degli impiegati ed inservienti.* — § 3. Ogni strada o tronco di strada ferrata, pel cui esercizio

(*) Questo Regolamento venne emanato coll'Ordinanza Imperiale 16 novembre 1851.

venne accordato il permesso, deve essere sempre mantenuta in istato *buono od atto a servire alle corse;* in modo da poter esser percorso senza pericolo colla massima celerità menzionata al § 6; devonsi quindi rimuovere al più presto possibile le mancanze ed i guasti che vi si verificassero, come pure gli ostacoli che fossero d' impedimento ad un regolare esercizio.

Anche gli edificj appartenenti alla strada, i locali di magazzinaggio, gli arnesi, le costruzioni corrispondenti al bisogno, i mezzi di trasporto (nel numero necessario per compiere le corse stabilite) e finalmente tutti gli altri requisiti menzionati nel § 2 devono sempre mantenersi in istato buono, servibile e tale da guarentire pienamente la sicurezza dell'esercizio.

Finalmente vi si deve trovar sempre il personale d' esercizio nel debito numero, fornito delle qualità necessarie, edotto delle prescrizioni ed istruzioni di servizio, e il medesimo deve aver sempre a propria disposizione tutti i mezzi d' esercizio in modo da poter disimpegnare la gestione degli affari, ed adempiere ai suoi doveri col necessario ordine, regolarità e sicurezza.

d) *Regolamento delle corse, tariffe e condizioni per l'accettazione.* — § 4. Le Imprese di strade ferrate hanno l'obbligo di pubblicare:

1. il *regolamentò delle corse,* in cui devono stabilirsi colla possibile precisione le ore di partenza ed il tempo consueto dell' arrivo alle singole stazioni;

2. la *tariffa dei prezzi delle corse* per persone e cose;

3. finalmente le *prescrizioni per l' accettazione* delle persone, e quelle relative ai ricapiti di viaggio, di cui devono essere munite, al contegno dei viaggiatori prima, durante e dopo la corsa, come pure le prescrizioni risguardanti l'ammissione ed accettazione delle cose atte al trasporto, ed i documenti da cui devono essere accompagnate, la responsabilità per le medesime, e finalmente il rilascio e la consegna delle cose trasportate. Nelle prescrizioni pel trasporto di persone e cose devesi pure stabilire il tempo per la consegna delle merci accettate pel trasporto.

Il regolamento per le corse, le tariffe per le persone e per le merci, e le prescrizioni pel trasporto di persone e cose dovranno oltre a ciò essere pubblicamente affissi in tutte le stazioni tanto principali che d'accettazione.

§ 5. Il regolamento per le corse, le tariffe per le persone e per le merci, come pure le prescrizioni pel trasporto di persone e cose dovranno essere accuratamente osservati per tutto il tempo pel quale vennero pubblicati; in ispecie bisognerà attenersi con precisione alle ore di partenza, ed al tempo delle corse che vennero prestabilite, qualora non nascano ostacoli impreveduti ed inevitabili; finalmente dovrassi osservare puntualmente il tempo della consegna stabilito pel trasporto delle merci, qualora non siano occorsi impedimenti impreveduti ed inevitabili. Gli oggetti ricevuti sono da trasportarsi

realmente nell'ordine in cui vennero consegnati, senza dar la preferenza ad alcuno.

§ 6. Quanto al tempo da impiegarsi nel trasporto non è permessa pei treni che servono al trasporto delle persone, una celerità di corsa maggiore di quella con cui possa percorrersi in un'ora il tratto di 7 leghe tedesche (corrispondenti a chilometri 53, 10, essendosi calcolata la lega 4000 Klafter di Vienna), e di 5 di queste leghe pei treni che servono solo al trasporto di merci.

Questa misura massima di celerità deve però diminuirsi quando ciò sia reso necessario dalle circostanze della strada ferrata o di un tronco di essa, e in special modo quando degli accidenti verificatisi in singole corse ne comandino una diminuzione (§ 33).

I casi in cui deve diminuirsi la celerità si indicheranno con precisione al personale d'esercizio nelle prescrizioni di servizio.

Del resto l'Amministrazione dello Stato si riserva d'introdurre dei cambiamenti in questa prescrizione per la *massima celerità delle corse* (sia in generale o per una speciale strada ferrata), qualora un tale cambiamento apparisse opportuno e desiderabile, avuto riguardo ai risultati dell'esperienza, ai progressi fatti nella costruzione superiore della strada e nelle macchine, ed alla qualità di certe locomotive.

§ 7. I cambiamenti nel regolamento delle corse e delle tariffe, e nelle prescrizioni pel trasporto di persone e cose, dovranno essere portati a pubblica notizia 14 giorni prima d'entrare in attività.

Anche la *sospensione dell' accettazione*, che per improvvisi avvenimenti si rendesse temporariamente necessaria, in tutto od in parte dovrà essere portata a pubblica notizia.

§ 8. Le Imprese di strade ferrate sono obbligate a trasportare al tempo debito *tutte* quelle persone che adempiono alle condizioni d'accettazione e tutte le cose consegnate all'Impresa sotto le prescritte condizioni, in quanto però ciò sia possibile secondo i mezzi d'esercizio che vi si trovano, e non si verifichino turbamenti affatto impreveduti ed inevitabili.

§ 9. Possono essere escluse dall'accettazione, e rispettivamente anche dalla ulteriore corsa, soltanto quelle persone che si trovano in istato d'ubbriachezza, che coll'offendere la decenza danno scandalo agli altri viaggiatori, che non vogliono sottomettersi agli ordini prescritti per riguardi di sicurezza dal personale di sorveglianza e di scorta al treno, o che portano segni esterni ed evidenti di una malattia di carattere sospetto, oppure tali, che il loro stato debba evidentemente essere d'incomodo agli altri viaggiatori.

È però in facoltà delle Imprese di trasportare anche le due classi d'individui menzionate per ultimo, qualora il trasporto avvenga in ispazj separati ed al bisogno sotto sorveglianza.

§ 10. Sotto quali modalità debbano trasportarsi sulle strade ferrate i condannati, le persone arrestate o custodite, o quelle poste sotto sorveglianza della Polizia, insieme al personale di custodia che loro serve di scorta, vien determinato da speciali prescrizioni di legge.

§ 11. In ogni stazione tanto principale che di accettazione dovranno essere esposti nei locali d'accettazione pei passeggieri dei libri per le lagnanze, convenientemente paginati, e muniti del suggello della Direzione d'esercizio sovra un filo tirato attraverso i singoli fogli, e in questo possono i viaggiatori annotare le lagnanze che avessero a fare, indicando il loro nome, condizione e domicilio.

§ 12. Le Imprese di strade ferrate debbono aver cura che le merci accettate pel trasporto siano convenientemente preservate da ogni dannosa influenza.

Sono esclusi dal trasporto coi treni di persone oggetti di pirotecnica, preparati fulminanti, polvere ardente e materie esplodenti.

Anche le capsule da fucile, gli zolfanelli per attrito e per immersione, ed altre materie facilmente infiammabili per attrito, come pure liquidi che per lo scolamento potrebbero guastare gli altri oggetti, od altre cose che potrebbero riescir dannose per la loro qualità, possono essere solo trasportati sotto l'osservanza delle prescritte apposite precauzioni, e soltanto in via d' eccezione coi treni di persone. Fuori di tali casi è permesso il trasporto di simili oggetti soltanto coi treni di merci; devono essere consegnati con una precisa dichiarazione separatamente dagli altri oggetti, e con ispeciali lettere di porto, e in generale nel loro trasporto devesi far uso di tutte le necessarie precauzioni.

§ 13. Non possono di regola prendersi con sè sotto alcun pretesto, nè trasportarsi altrimenti sulla strada ferrata armi da fuoco *cariche*. I conduttori sono autorizzati a visitare le armi da fuoco che si consegnano o si prendono con sè.

Trasportandosi persone militari, gendarmi od altri agenti di sicurezza, qualora la truppa debba occupare un vagone in cui trovinsi altri passeggieri, il comandante della stessa, immediatamente prima di salirvi, dovrà provare che i fucili sono scarichi coll' immettere la bacchetta nella canna in presenza di un impiegato addetto alla strada ferrata.

Trattandosi invece di trasporti militari più numerosi, pei quali sono destinati treni speciali o almeno vagoni affatto separati, non potranno gl' impiegati della strada ferrata insistere perchè si abbia a visitare se i fucili siano caricati o no, e si rimette intieramente in facoltà della relativa autorità militare l'ordinare in quale stato debbano trovarsi i fucili durante la corsa sulla strada ferrata.

e) *Istruzione agl' impiegati ed inservienti.* § 14. Queste istruzioni, delle quali saranno provveduti gl' impiegati e gl' inservienti (§ 3) da assumersi per

l'esercizio della strada ferrata, debbono essere esposte al pubblico in ogni stazione tanto principale che di accettazione.

§ 15. Quegl' impiegati di un'Impresa di strada ferrata che vengono a contatto col pubblico debbono sempre trattare con esso con decoro ed urbanità.

Tanto quelli che sono addetti alla custodia della strada ferrata, quanto quelli destinati a trattare col pubblico devono sempre fare il servizio in uniforme od essere muniti di uno speciale distintivo.

f) *Turbamento dell'esercizio ed infortunj.* — § 16. Quando per accidenti elementari o per altri straordinarj avvenimenti venga turbata la regolarità delle corse, o vengano queste del tutto interrotte, dovranno le Direzioni d'esercizio aver cura che colla possibile sollecitudine vengano prese le convenienti misure e gli opportuni provvedimenti per rimuovere la causa del turbamento o dell' interruzione, od abbreviarne possibilmente la durata.

Se in simili casi le circostanze sono tali che il trasporto della posta e dei passeggieri sia reso impossibile su qualche tratto della strada ferrata, dovranno le Direzioni d' esercizio procurare possibilmente l' ulteriore trasporto della posta e dei viaggiatori.

In quanto in simile caso debba aver luogo una restituzione del prezzo di corsa stato pagato, e chi abbia a sostenere le spese dell'ulteriore trasporto, dovrà decidersi a norma delle prescrizioni d'accettazione, e secondo le disposizioni di questa legge sulla responsabilità delle Imprese di strade ferrate.

§ 17. Le Imprese d'esercizio e le Direzioni sono obbligate a far uso all'atto dell'esercizio di tutti quei mezzi che sono indicati dalla pratica e dalla scienza per prevenire e stornare gl' infortunj.

§ 18. Se ciò non ostante avvenisse un infortunio, tutti gl' impiegati della strada ferrata sono tenuti sotto stretta risponsabilità a porgere il necessario soccorso, per quanto è possibile, ai pericolati ed a mettere in opera ogni mezzo per alleviare possibilmente il danno già avvenuto ed impedirne l'ulteriore estensione.

g) *Risponsabilità.* — § 19. Le Imprese di strade ferrate sono risponsabili pei danni che per la colpa loro propria, o degli impiegati ed inservienti, ebbero a riportare le persone o le cose:

1. a tenore dell'obbligazione assunta e delle speciali ordinanze di legge in vigore per tale risponsabilità;

2. in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Codice civile generale riguardo al risarcimento dei danni.

§ 20. Le Imprese d'esercizio sono risponsabili per la costruzione e la manutenzione di tutto ciò che, a giudizio della competente autorità politica, venne riconosciuto necessario per la costruzione e per l'esercizio della strada ferrata, per strade, ponti, traverse o passaggi di strade, recinti, ecc., o simili edificj.

h) *Qualità delle locomotive.* — § 21. Le locomotive da adoperarsi sulle strade ferrate possono porsi in esercizio soltanto dopo di essere state assoggettate alla visita tecnica e di polizia per parte di una commissione composta d'impiegati dell'Ispezione generale (§ 75), dell'autorità di sicurezza, e di un tecnico da assumersi da quest'ultima, e di essere state in seguito a tale visita riconosciute ammissibili. In generale si dovrà attenersi alle prescrizioni generali di sicurezza che saranno del caso (*).

i) *Vagoni per le persone e per le merci.* — § 22. Tutti i vagoni per le persone dovranno essere muniti delle corrispondenti molle e cuscinetti elastici; devono anche nell'ultima classe essere riparati con finestre, e devono potersi aprire per di dentro senza molta fatica; ma nei vagoni che hanno le portiere laterali, devono queste essere assicurate con doppia serratura.

Nelle corse di nottetempo o fatte altrimenti all'oscuro si dovrà illuminare convenientemente l'interno di tutti i vagoni per le persone.

§ 23. Sopra ogni vagone da merci si dovrà indicare in modo visibile e durevole il peso suo proprio, come pure il peso di cui esso può caricarsi.

§ 24. Oltre la visita regolare dei vagoni di trasporto da farsi dopo ogni corsa, le Direzioni d'esercizio sono pure obbligate ad una rivista periodica dei vagoni stessi; all'atto della quale devono levarsi anche le ruote ed il carro; e se ne dovranno tenere dei registri, dai quali possa con chiarezza rilevarsi l'epoca in cui avvenne la rivista, lo stato in cui i vagoni vennero di volta in volta trovati, e le riparazioni eseguite (**).

A questo scopo ogni vagone deve esser segnato con un numero progressivo.

k) *Composizione dei treni.* — § 25. Anche quando il terreno sia favorevole non potranno porsi in moto in un solo treno più di 200 assi, quando la celerità sia quella dei treni di merci, e non più di cento colla celerità dei treni di persone (***).

(*) In Francia, altre alla prova preliminare a cui vanno sottoposte le locomotive prima di essere messe in servizio, la pubblica Amministrazione col mezzo de' suoi ingegneri sorveglia ed interdice l'uso di una macchina allorchè essa non può prestare un servizio sicuro e lodevole. — Di più venne prescritta la tenuta di un registro sullo stato di servizio di tutte le locomotive. Le notizie che forniscono tali registri, i quali devono essere in ogni circostanza presentati agli ingegneri ed agenti dello Stato, sono di molta importanza al servizio e perciò non si dovrebbero giammai trascurare.

Inoltre venne ingiunto alle Società di usare le locomotive fumivore, e provvederle degli apparati necessarj per arrestare le scintille ed i frammenti di coke che escono dal camino.

(**) L'Ordinanza Reale francese 15 novembre 1846, oltre alle accennate prescrizioni sulle vetture e carri di trasporto, ha determinate le dimensioni dei posti che si devono assegnare a ciascun viaggiatore, ed ha ingiunto che nessuna vettura o vagone non possa mettersi in servizio se prima non sia stata riconosciuta solida da un'apposita Commissione.

(***) Il numero degli assi, o meglio dei vagoni che devono costituire ogni treno, in Francia è molto minore; nei treni pei viaggiatori non si ammettono più di 24 vagoni a 4 ruote per ogni convoglio.

§ 26. In ogni treno deve esservi un numero di freni di potente azione a norma di quanto è prescritto dalle istruzioni, avuto riguardo alla inclinazione della strada ed al carico del treno.

§ 27. In ogni treno i vagoni di persone e di merci devono essere posti nell'ordine conveniente pei riguardi di sicurezza. Tra la macchina ed il primo vagone di persone deve esser posto almeno un vagone senza persone.

Composto il treno, deve farsene di volta in volta la rivista a norma delle istruzioni.

Legname lungo non può mai venir trasportato sullo stesso treno con persone.

§ 28. La macchina che lavora deve, di regola, trovarsi alla testa del treno. Solo in casi di necessità è permesso il contrario, ma allora non si può far uso che tutto al più della metà della celerità indicata al § 6.

§ 29. Di regola il *tender* non può precedere la locomotiva, il che può aver luogo solo eccezionalmente quande una locomotiva di sussidio venga spedita incontro ad un treno che arriva, quando si tratti di treni di lavoro, di revisioni delle strade, alle stazioni e nell' alimentare la caldaja della locomotiva.

§ 30. Oltre il personale destinato pel servizio, nessuno potrà senza speciale permesso farsi condurre sulla locomotiva.

§ 31. Non è permesso di spingere avanti un vagone di trasporto per rompere il ghiaccio od una macchina per rimuovere la neve quando ciò avvenga in immediata unione con treni coi quali si trasportano persone.

l) *Precauzioni durante la corsa.* — § 32. Quando *più* treni partono l' uno dopo l'altro da *una* stazione nella stessa direzione, un treno di persone potrà tener dietro ad un treno di merci soltanto 15 minuti dopo, un treno di persone ad un altro treno di persone soltanto 10 minuti dopo, un treno di merci ad un treno di persone soltanto 5 minuti dopo la partenza del treno precedente.

Inoltre non possono i treni durante la corsa avvicinarsi l'un l'altro a distanza minore di 500 Klafter (metri 948).

I custodi della strada ferrata sono in ispecial modo tenuti a far sì che i treni non si trovino mai ad un intervallo minore.

§ 33. I casi in cui si dovrà rallentare convenientemente la velocità permessa ai treni in generale, o fermare del tutto un treno, sono determinati nell' Istruzione.

§ 34. Non si può cercare un compenso al tempo che si fosse perduto coll'aumentare la celerità oltre la misura prescritta al § 6.

§ 35. Se la strada ha una doppia rotaja in istato da servire alle corse, dovranno i treni percorrer sempre la rotaja che sta a destra nella direzione del treno.

Quest'ordine deve essere rigorosamente osservato. È concessa un'eccezione solo quando da un treno, che si trovi sulla strada, venga dimandata una macchina di sussidio.

§ 36. Se la strada ha *una sola* rotaja, ed è munita soltanto di tratti a doppia guida per evitare gli incontri, il treno che ha la rotaja secondaria alla sua destra, dovrà sempre percorrere questa, mentre l'altro treno resta sulla rotaja principale.

Si permettono eccezioni solo quando si tratti di evitarsi presso le stazioni secondo le speciali istruzioni da comunicarsi ai custodi della strada.

§ 37. I treni straordinarj sono da ordinarsi in guisa, che per essi non venga turbato l'andamento dei treni regolari per le persone. Prima della partenza di tali treni tutti i custodi della strada ferrata devono esserne avvertiti.

§ 38. Singole macchine percorrenti la strada sono di regola da trattarsi come treni straordinarj anche per riguardo alla prescritta celerità della corsa (§ 6).

Relativamente a quest'ultima prescrizione si concedono eccezioni solo in caso di prove delle macchine, fatte da Commissioni.

§ 39. Il personale di scorta destinato ad invigilare sul treno, deve durante la corsa occupare un posto opportuno per l'efficace vigilanza sul treno e per riconoscere i segnali.

§ 40. Ad ogni stazione maggiore deve trovarsi un orologio facilmente visibile, e da illuminarsi nell'oscurità. In ogni casa pei custodi della strada deve esservi un orologio da regolarsi secondo un orologio normale.

Ogni conduttore di locomotiva, quando sia di servizio, deve sempre portar seco un orologio da tasca regolato in simil guisa.

m) *Custodia della strada e segnali.* — § 41. La strada deve essere convenientemente recinta, dove ciò è particolarmente prescritto dall'Autorità per evitare infortunj.

I passaggi devono munirsi di forti barriere alla distanza di 12 piedi almeno (metri 3, 79) dal mezzo della rotaja più vicina.

Almeno 5 minuti prima dell'arrivo del treno devono essere chiuse le barriere dei passaggi delle strade.

Dieci minuti prima che si aspetti l'arrivo del treno non potranno più condursi delle mandre attraverso la strada.

In quanto ai passaggi sulla strada che debbono venir pur essi illuminati vien determinato in particolare secondo le circostanze locali.

§ 42. La visita della strada per parte dei custodi della medesima e la vigilanza sui cambj per parte degli stessi dee farsi a tenore di un'istruzione.

§ 43. Ogni treno al quale debba tenerne dietro un altro a breve intervallo di tempo, deve essere munito d'un segnale che indichi questa circostanza.

§ 44. La strada dovrà essere munita di segni divisionali che si possano chiaramente riconoscere stando sul treno. Così pure dovranno erigersi nei punti dove si cambia il pendio dei segnali sui quali possano riconoscersi distintamente le proporzioni delle altezze alle lunghezze.

§ 45. Quei tronchi, che in nessun tempo e solo temporariamente possono essere percorsi colla velocità prescritta al § 6, devono essere indicati come tali con segnali non equivoci, facilmente visibili dal treno.

§ 46. Ad ogni treno in moto nell'oscurità devono essere di fuori apposte delle lanterne che rendano possibile di riconoscere la direzione del treno, e facciano accorto il personale di scorta se mai se ne staccasse una parte.

§ 47. Per tutti i movimenti della locomotiva sulla strada devono darsi i debiti segnali.

I treni da lavoro debbono, almeno $^1/_4$ d'ora prima che si attenda il più sollecito arrivo d'un altro treno, abbandonare la rotaja percorsa da questo.

§ 48. Per treni di passaggio non sono permessi i cambj, i quali, quando non siano esattamente posti, potrebbero far deviare i treni dalla rotaja.

Ai punti dove avvengono i cambj dei treni di passaggio debbono apporsi segni tali, che tanto di giorno, quanto all' oscuro facciano riconoscere quale rotaja sia aperta al treno sopravvegnente.

§ 49. Devono darsi disposizioni tali che possa sempre aver luogo una sicura comunicazione del personale di scorta del treno col macchinista, e che possano darsi i segnali indicati nei paragrafi dal 50 fino al 54 inclusivamente,

§ 50. I custodi della strada devono poter dare in modo non equivoco al treno che s'avvicina i seguenti segnali:

a) che nessun ostacolo impedisce di percorrere con sicurezza la strada;
b) che si debba rallentare la corsa, o
c) che debba fermarsi del tutto.

§ 51. Il personale di scorta del treno dee poter dare il segnale di fermata o di rallentamento.

§ 52. I conduttori delle locomotive devono poter dare il segnale di stare in guardia, di stringere e rallentare i freni.

§ 53. Lungo la strada devono potersi dare in ambe le direzioni almeno i segnali, che il treno *non* parte, che il treno è *partito* dalla prossima stazione, e che debba venire una macchina di sussidio.

§ 54. Tutti i segnali indicati nei paragrafi precedenti devono potersi dare anche quando non esista telegrafo, o che questo sia stato guastato. (*)

(*) Intorno al modo con cui vengono eseguiti i segnali nell'esercizio delle strade ferrate del Lombardo-Veneto veggansi le relative istruzioni riportate alla pag. 167 e seguenti del Volume I.

B. Obblighi degl'impiegati ed inservienti addetti alle strade ferrate dello Stato.

a) *Quando l'esercizio della strada ferrata avvenga immediatamente a cura dell'Amministrazione dello Stato.* — § 55. Gl' impiegati ed inservienti di quelle strade ferrate dello Stato, il cui esercizio vien regolato immediatamente dall'Amministrazione dello Stato, ne ricevono delle esatte prescrizioni di servizio. Essi sono risponsabili dell'esatta osservanza di questa legge in generale, ed in particolare dell'osservanza delle loro istruzioni di servizio.

Ogni trascuranza o trasgressione di questa istruzione trae con sè una pena o disciplinare (Sezione D) o in via penale giudiziaria, oppure tanto nell'una che nell'altra via. Oltre a ciò il contravventore rimane risponsabile anche per ogni danno in tal guisa cagionato.

Gl' impiegati ed inservienti addetti alla strada sono tenuti a porre in opera ogni precauzione ed attenzione per conservare completamente l' ordine, la regolarità e la sicurezza dell'esercizio, ed ovviare agli infortunj anche quando i casi di cui si tratti non fossero preveduti in modo speciale nella prescrizione di servigio.

§ 56. Gli altri rapporti degl' individui addetti alle strade ferrate esercitate immediatamente dallo Stato, coll'amministrazione pubblica, saranno determinati da un regolamento di servizio.

b) *Quando l'esercizio sia appaltato.* — § 57. Quando sulle strade ferrate dello Stato l'esercizio non sia diretto immediatamente dall'Amministrazione dello Stato, ma affidato ad una persona od associazione privata, incumbono a queste (senza derogare ai rapporti di contratto che esistessero coll'Amministrazione dello Stato), non che agl'impiegati ed inservienti nominati da tali persone ed associazioni private, per riguardo all' esercizio della strada ferrata, tutti quei doveri ed obblighi che in questa legge in generale, ed in ispecial modo nella susseguente Sezione (C), sono imposti alle *Imprese private di strade ferrate,* ed ai loro impiegati ed inservienti.

C. Doveri delle Imprese di strade ferrate private e dei loro impiegati ed inservienti.

a) *Ottenimento della Concessione.* — § 58. In qual modo debba ottenersi la concessione per una strada ferrata privata, che cosa debba a tale oggetto farsi e provarsi, sotto quali condizioni sia lecito di formare a tale scopo un'associazione in genere, ed una società per azioni in particolare, vien determinato più precisamente nella legge per le concessioni di strade ferrate, come pure nelle leggi sulle associazioni in generale e sulla società per azioni in particolare (*).

(*) Veggasi alla pag. 427 l'istruzione relativa alle pratiche da adempirsi per ottenere il permesso onde costruire ed esercitare una strada ferrata.

b) *Istituzione d' una Direzione.* — § 59. Ogni società privata debitamente autorizzata all' esercizio d' una strada ferrata è obbligata ad instituire una speciale Direzione per regolare tale esercizio, e le persone componenti questa Direzione, come pure quelle che sono autorizzate a firmare in nome della società, dovranno notificarsi al Ministero del commercio, dell'industria e delle pubbliche costruzioni, ed anche al Luogotenente nel cui territorio si trova la strada od il tronco di strada ferrata. Sussiste lo stesso obbligo per ogni cambiamento che vi avvenisse.

§ 60. La Direzione si considera in faccia all'Amministrazione dello Stato ed al pubblico come mandataria dell'associazione, la quale è risponsabile in via civile per tutte le azioni ed ommissioni di questa Direzione.

Oltre a ciò tutti i membri della Direzione sono essi pure risponsabili personalmente per tutte le azioni ed ommissioni aventi relazione coll' esercizio della strada ferrata.

c) *Obbligo di tenere in evidenza gl' impiegati ed inservienti.* — § 61. Ogni Impresa di strade ferrate e rispettivamente la Direzione delle medesime, è obbligata a presentare al Ministero del commercio, dell' industria e delle pubbliche costruzioni, come pure al Luogotenente del dominio in cui trovasi la strada od il tronco di strada ferrata, un esatto elenco di tutti gl' impiegati ed inservienti addetti alla strada; al qual uopo verrà pubblicato dall'Amministrazione dello Stato un formolario, di cui si dovranno con verità ed esattezza riempiere tutte le rubriche, e nella stessa maniera si dovranno recare a cognizione del Ministero del commercio, dell' industria e delle pubbliche costruzioni, e del Luogotenente, in epoche periodiche da stabilirsi dal Ministero suddetto, tutti i cambiamenti che avvengono nello stato di questi impiegati ed inservienti.

d) *Istruzioni e doveri di questi impiegati ed inservienti.* — § 62. Le differenti classi del personale d' esercizio devono essere munite delle prescrizioni pel servizio ed istruzioni, in cui devono precisamente e circostanziatamente indicarsi i loro doveri e le prescrizioni impartite a loro norma pel mantenimento dell'ordine, della regolarità e sicurezza dell'esercizio.

Si dovrà pure rilasciare una normale per istabilire le qualità necessarie per i varj posti di servizio.

Queste prescrizioni di servizio e l'accennata normale dovranno essere presentate dall' Impresa d'esercizio all'Amministrazione dello Stato ancora *prima* della loro attivazione (le prescrizioni di servizio ed istruzioni già introdotte prima dell'emanazione della presente legge, entro un mese dopo la pubblicazione della stessa), e si dovranno osservare e seguire le avvertenze che l'Amministrazione dello Stato trovasse di fare per riguardo di pubblico bene.

§ 63. Le prescrizioni impartite nel § 55 agl' individui addetti all'esercizio delle strade ferrate dello Stato esercitate dall'Amministrazione pubblica per

stabilire e mantenere l' ordine, la regolarità e la sicurezza dell' esercizio, e per evitare gl' infortunj, valgono anche per gl' impiegati ed inservienti addetti alle strade ferrate private (ed alle strade dello Stato esercitate da persone private).

Nei sensi del § 55 dovrà pure punirsi rigorosamente in questi impiegati ed inservienti ogni trascuranza nel servizio ed ogni trasgressione delle istruzioni e di questa legge, e rimangono essi oltre a ciò risponsabili per ogni danno che ne provenisse.

e) *Tenuta dei conti.* — § 64. Le Imprese di strade ferrate private sono obbligate a tenere un esatto e chiaro conteggio per tutte le parti della loro amministrazione, ed osservare in esso tutte le istruzioni che per motivi di pubblico riguardo pervenissero loro dal Ministero del commercio, dell' industria e delle pubbliche costruzioni, non che a permettere in ogni tempo ai delegati di questo Ministero specialmente di ciò incaricati l' ispezione di questi conti, e di tutti gli atti relativi all' esercizio, e dei libri sotto qualsivoglia denominazione, e a somministrare tutte le prove e notizie che da loro si richiedessero.

f) *Pagamento delle imposte.* — § 65. In quanto dalle Imprese di strade ferrate private, o dai capitali, fondi ed edifizj destinati al loro uso debbansi pagare diritti d'imposta, di bollo od altri, viene stabilito nelle relative prescrizioni sulle imposte.

g) *Regolamento delle corse, tariffe e condizioni per l'accettazione.* — § 66. Le Imprese di strade ferrate private sono tenute a presentare all'Amministrazione dello Stato il regolamento delle corse da esse stabilito, le tariffe e le prescrizioni relative al trasporto di persone e cose (§ 4) prima di pubblicarle e prima d'introdurvi qualche cambiamento.

In ispecial modo l'Amministrazione dello Stato, presi in considerazione i diritti esistenti, è autorizzata a moderare per motivi di pubblico riguardo gli eccessivi importi delle tariffe, a regolare l'ordine delle corse con riguardo alla coincidenza con altre strade ferrate ed a stabilire la qualità dei mezzi d'esercizio.

§ 67. Quanto nel § 66 venne ordinato per la tariffa in generale vale anche pei diritti d'assicurazione ed altri diritti accessorj da stabilirsi dalle Imprese di strade ferrate private.

h) *Obbligo d'inoltrare la posta.* — § 68. Le Imprese di strade ferrate sono obbligate ad inoltrare gratuitamente la posta.

Le modalità di questo inoltro vengono determinate dal Ministero del commercio, dell' industria e delle pubbliche costruzioni, avuto riguardo alle circostanze di tempo od altre che si verificassero.

La posta è autorizzata a servirsi di proprj vagoni di posta, e ad esigere dall' Impresa della strada ferrata il gratuito inoltro degli stessi, non che degli

inservienti ed impiegati accompagnanti le spedizioni postali, e l'opportuna sorveglianza e custodia di questi vagoni nei locali dell' Impresa.

i) *Trasporti militari.* — § 69. Quando si voglia far uso della strada ferrata pel trasporto di truppe o di effetti militari, l'Impresa dietro l'ordine del Comando militare di una provincia, di un corpo d'armata, o di un altro Comando militare superiore, o del Ministero della guerra, è tenuta a porre a disposizione dell'Amministrazione militare subito ed a preferenza d'ogni altro trasporto tutti gli occorrenti mezzi d'esercizio verso un conveniente indennizzo da stabilirsi di reciproco accordo (che non potrà però mai superare i soliti prezzi di tariffa).

Qualora venissero perciò interrotti i treni regolari, si dovrà inoltrare la posta col treno di trasporto militare.

k) *Nello stato d'assedio ed in tempi di guerra.* — § 70. Nello stato d'assedio ed in tempi di guerra la competente Autorità militare ha il diritto, quanto lo comandino viste strategiche od altre viste militari, di prevalersi in tutto od in parte a scopi militari dell'esercizio della strada ferrata, od anche di sospenderlo.

D. Sorveglianza e controlleria.

1. *Da parte della Direzione della strada ferrata.* — § 71. L'immediata sorveglianza sugl'impiegati ed inservienti compete alla Direzione della strada ferrata.

Questa è tenuta a sorvegliare che gl'impiegati ed inservienti si attengano esattamente alle loro istruzioni ed adempiano fedelmente ai loro doveri, e che le prescrizioni di legge emanate per la sicurezza e per l'ordine dell'esercizio siano debitamente osservate.

§ 72. La Direzione è risponsabile per l'adempimento di quest'obbligo.

Le compete però anche il diritto d'infliggere pene di ordine e disciplinari agl'impiegati ed inservienti che mancano al loro dovere, *a norma delle relative prescrizioni di servizio ed istruzioni.*

2. *Per parte dell'Ispezione generale.* — § 73. La sorveglianza e controlleria superiore pel mantenimento della sicurezza e dell'ordine dell'esercizio delle strade ferrate (e ciò tanto presso le strade dello Stato, quanto presso quelle private) viene esercitata da un'*Ispezione generale* delle strade ferrate da istituirsi all'uopo (composta d'un ispettore generale e di commissarj a lui subordinati), la cui sfera d'attività vien determinata da una particolare istruzione di servizio. Questa ispezione generale è immediatamente subordinata al Ministero del commercio, dell' industria e delle pubbliche costruzioni (*).

(*) Vegansi le posteriori determinazioni contenute nella nota al § 99. — In Francia la sorveglianza alle strade ferrate, giusta quanto fu disposto dalla legge 15 novembre 1846, viene effettuata

a) *In generale.* — § 74. L'Ispezione generale è obbligata in genere a vegliare accuratamente sull'esatta osservanza di tutte le prescrizioni di legge che si riferiscono all'esercizio delle strade ferrate, e particolarmente della presente legge, a rimuovere colla possibile sollecitudine i difetti che si venissero a scoprire, ed a procurare che i colpevoli vengano sottoposti alle punizioni di legge.

b) *Riguardo allo stato di costruzione della strada.* — § 75. L'Ispezione generale deve in ispecial modo dirigere la propria attenzione sullo stato di costruzione della strada ferrata, degli edifizj ed altri oggetti attinenti alla medesima, ed obbligare le Direzioni d'esercizio, e secondo le circostanze anche le Imprese, a rimediare colla possibile sollecitudine a tutti i difetti, imperfezioni e danni, prodotti da qualsivoglia causa, che pongano in pericolo la sicurezza e regolarità dell'esercizio, ed a ripristinare lo stato normale.

c) *Riguardo ai mezzi d'esercizio.* — § 76. In egual modo incumbe all'Ispezione generale il dovere di sorvegliare lo stato dei mezzi d'esercizio (di tutto il fondo istrutto per l'esercizio), come pure dei mezzi necessarj a prevenire gl'infortunj ed a porvi riparo quando avvengano, e ad obbligare le Imprese ad aver cura che questi oggetti si trovino sempre nella debita quantità e qualità.

d) *Riguardo al regolamento delle corse*, *alle tariffe*, *ed alle prescrizioni pel trasporto di persone e cose.* — § 77. L'Ispezione generale è obbligata ad aver cura che il regolamento delle corse, le tariffe e le prescrizioni pel trasporto di persone e cose, fatti conoscere al pubblico, vengano esattamente osservati e che colla possibile sollecitudine si faccia ragione a tutti i fondati riclami che si elevassero in proposito.

In casi di turbamento dell'esercizio della strada ferrata, o d'infortunj, l'Ispezione generale ha il diritto ed il dovere di chiedere il più sollecito ed efficace riparo tanto all'Impresa d'esercizio, quanto a tutti gl'impiegati ed inservienti della strada.

e) *Riguardo agl'impiegati ed inservienti.* — § 78. L'Ispezione generale ha pure il diritto ed il dovere di sorvegliare tutti gli impiegati ed inservienti (delle strade ferrate tanto private che dello Stato) nelle loro funzioni, di sottoporre a severa responsabilità, a norma di questa legge, o delle altre ordinanze che potessero sussistere in proposito, tutti coloro che si rendessero

dai *Commissarj imperiali*, dagli *Ingegneri di acque e strade*, e da quelli *delle miniere*. — I Commissarj imperiali sorvegliano all'applicazione delle tariffe, all'adempimento delle misure prescritte pel servizio dei trasporti ed a verificare il movimento di circolazione dei passaggeri e delle merci, ecc. — Gli ingegneri d'acque e strade e delle miniere, attendono a tutto ciò che ha relazione alla parte tecnica, sia in riguardo alla strada ed accessorj, sia relativamente alle macchine locomotive. — E siccome nel Lombardo-Veneto venne istituito un corpo di *Ingegneri delle pubbliche costruzioni* a somiglianza di quello d'acque e strade francesi, il servizio delle strade ferrate poteva forse essere adempito con maggiore economia ed assai più prontamente dagli stessi ingegneri delle pubbliche costruzioni, senza d'uopo di un ulteriore personale tecnico.

colpevoli d'una trascuranza delle loro istruzioni o di questa Legge, oppure di qualsivoglia altra negligenza di servizio, o di denunziarli secondo la qualità del caso al competente Giudizio penale per la punizione.

aa) *Potere disciplinare in genere dell'Ispezione generale.* — § 79. L'importanza dell'esercizio delle strade ferrate pel pubblico bene rende necessario di concedere all'Ispezione generale un potere disciplinare sopra tutti gli impiegati ed inservienti addetti alle strade ferrate dello Stato e private, e di autorizzarla ad infliggere a questi impiegati ed inservienti (ad eccezione delle Direzioni e dei loro membri menzionati al § 85) pene d'ordine e disciplinari a seconda della trasgressione di servizio di cui si resero colpevoli, cioè agli impiegati ed inservienti delle strade ferrate private le pene d'ordine menzionate al § 80, ed agli impiegati ed inservienti delle strade dello Stato le pene d'ordine e di disciplina dei §§ 80, 81 e 83. L'Ispezione è pure autorizzata a dare esecuzione a tali pene trattandosi d'impiegati ed inservienti delle strade ferrate dello Stato; e trattandosi d'impiegati ed inservienti di strade ferrate private, è autorizzata ad indicarle alla Direzione e ad insistere perchè vengano da questa fatte eseguire.

bb) *Disposizioni pel mantenimento dell'ordine.* — § 80. Si dichiarano disposizioni pel mantenimento dell'ordine:

1. L'*ammonizione*, cioè il semplice ricordo dei doveri di servizio incumbenti all'impiegato od inserviente;

2. La *censura*, cioè il severo biasimo per una trasgressione occorsa nel servizio, rammentando in pari tempo le conseguenze di legge di una ripetuta trasgressione dei doveri.

cc) *Pene disciplinari.* — § 81. Le pene disciplinari da infliggersi secondo questa legge sono:

1. Redarguizioni, a cui deve sempre congiungersi la minaccia di pene disciplinari più gravi pel caso di recidiva.

2. Pene pecuniarie fino all'importo dello stipendio o salario di un mese.

3. La sospensione dal servizio pel tempo in cui è pendente una investigazione disciplinare o giudiziaria penale.

4. L'allontanamento dal servizio.

Quest'ultimo può essere pronunciato o per un tempo determinato o per sempre, tanto in generale, quanto per uno speciale ramo d'affari, quando dall'investigazione risultasse che il colpevole per le sue cognizioni, o per la sua indole, o per aver dato ripetute prove di mancanza dell'attività od attenzione necessarie, non è atto o pel servizio in generale o per un determinato ramo di esso.

Trattandosi di una esclusione temporanea, si dovranno pure indicare le condizioni che devono adempirsi pel caso del reimpiego.

dd) *Decisioni, e rimedj di legge contro di esse.* — § 82. Queste pene sono da comunicarsi a norma delle circostanze aggravanti o mitiganti che si ve-

rificano, avuto riguardo al grado ed alla qualità della commessa mancanza, alla eventuale recidiva, al maggiore o minore pericolo che ne provenne od all'entità del danno effettivamente cagionato.

Tanto l'Ispettore generale, quanto i commissarj delegati sono autorizzati ad infliggere le pene, di cui al § 80, 1 e 2, ed al § 81, 1, 2 e 3, come pure ad allontanare dal servizio il personale di custodia. L'allontanamento dal servizio degl'impiegati e del rimanente personale di servizio può essere pronunciato soltanto dall'Ispettore generale.

Ogni pena di questo genere deve del resto pronunziarsi dietro regolare verificazione del fatto od investigazione, con decisione convenientemente motivata da rimettersi in origine all'individuo punito ed in copia d'ufficio alla Direzione a cui esso è sottoposto.

Le Autorità di sicurezza e di polizia sono obbligate a prestare appoggio all'Ispezione generale per una tale investigazione (per es. coll'esaminare testimonj, ecc.).

Contro tutte le menzionate decisioni può dirigersi ricorso al Ministero del commercio.

Questo ricorso dovrà essere presentato al più tardi 14 giorni dopo l'intimazione della decisione, e non ha effetto sospensivo nei casi 3 e 4 del § 81.

ee) *Tabelle di qualificazione.* — § 83. Ogni pena pronunciata dovrà annotarsi convenientemente nelle tabelle di qualificazione da tenersi per gli impiegati ed inservienti di strade ferrate, per le quali si stabiliranno dei formolarj dall'Amministrazione dello Stato.

ff) *Esecuzione delle decisioni.* — § 84. Le Direzioni d'esercizio delle strade ferrate, come pure le Direzioni delle società private di strade ferrate, sono tenute ad eseguire le decisioni pronunciate secondo le prescrizioni di questa legge, come pure a prestarsi prontamente a tutte le disposizioni dell'Ispezione generale emanate per mantenere l'ordine e la sicurezza dell'esercizio delle strade ferrate.

In particolare un individuo destituito per una decisione passata in giudicato non può essere impiegato presso alcuna strada ferrata dell'impero austriaco per quel ramo di servizio al quale si riferisce la decisione, senza speciale permesso del Ministro del commercio, dell'industria e delle pubbliche costruzioni.

3. *Pene contro la Direzione ed i membri delle Imprese.* — § 85. Qualora la Direzione d'esercizio delle strade ferrate dello Stato od una Direzione di una società privata di strada ferrata si rifiutasse di eseguire indilatamente le decisioni od ordinanze dell'Ispezione generale, o qualora in non creduta ipotesi i membri della Direzione stessa si rendessero colpevoli di un'azione od omissione, di una trasgressione di questa legge o di altre ordinanze ema-

nate per l'esercizio delle strade ferrate, l'Ispezione generale è tenuta a farne senza dilazione denuncia al Ministero del commercio, dell'industria e delle pubbliche costruzioni.

Il Ministero del commercio, dell'industria e delle pubbliche costruzioni ha diritto in tali casi di applicare le pene disciplinari menzionate al § 81 ai Direttori d'esercizio delle strade ferrate dello Stato e private; e trattandosi di strade ferrate private, di sottoporre alle pene di legge, col mezzo della competente Autorità, anche i membri delle associazioni per tali strade che si fossero resi colpevoli.

Anche le rispettive Luogotenenze hanno il diritto di obbligare le Imprese private di strade ferrate, in seguito a risoluzioni prese collegialmente, con multe da 100 fiorini (lire austriache 300) a 2000 fiorini moneta di Convenzione (lire austriache 6000), o con altri mezzi legali, ad adempiere entro un termine da prestabilirsi, i doveri che loro incumbono pel mantenimento dell'ordine e della sicurezza.

Le relative multe devono esigersi dalle Luogotenenze quando sia trascorso infruttuosamente il termine. Se la strada ferrata od i mezzi d'esercizio della stessa fossero decaduti per modo da renderne pericoloso l'uso e l'esercizio, dovrà il Ministero del commercio, dell'industria e delle pubbliche costruzioni sospendere l'esercizio sull'intiera strada, o sopra i singoli tronchi in cui ciò fosse avvenuto, ed ordinarne all'occorrenza la ripristinazione per parte dello Stato a spese della società.

4. *Impiego delle multe disciplinari.* — § 86. Tutte le multe inflitte secondo questa legge in via disciplinare si devolvono al fondo di pensione dell'Impresa di strada ferrata; o qualora non esistesse un tal fondo, quando è l'Impresa privata che come tale paga la multa, la si deve versare al fondo dei poveri del luogo o del comune in cui il condannato ha il proprio domicilio.

5. *Azioni degl'impiegati della strada ferrata proibite dalla legge giudiziaria penale.* — § 87. Se un impiegato della strada ferrata in oggetti aventi relazione all'esercizio della strada ferrata si rendesse colpevole di un'azione od omissione dichiarata punibile dalle leggi penali generali, verrà egli colpito anche dalla pena comminata dalle leggi penali, la quale dovrà essere pronunziata dal competente Giudizio.

Per un tal caso la procedura disciplinare dovrà essere compita bensì indipendentemente dalla procedura penale, e se anche dal Giudizio venisse pronunciata una sentenza di assoluzione, la pena disciplinare però che fosse stata pronunciata (ad eccezione di una sospensione di servizio che si rendesse prima necessaria) dovrà essere eseguita solo dopo compita la procedura del Giudizio penale, e così pure nell'esecuzione di questa pena disciplinare si dovrà avere il conveniente riguardo alla sentenza pronunciata dal Giudizio.

6. *Spese di sorveglianza.* — § 88. Le spese dell'Ispezione generale sono sostenute in genere dallo Stato: d'altra parte le Imprese di strade ferrate sono tenute ad accordare viglietti gratuiti pei vagoni di prima classe agl' impiegati dell' Ispezione generale ed agl' impiegati politici e di polizia quando occorra ad essi di far viaggi di servizio in affari della strada ferrata.

§ 89. Le Imprese d' esercizio delle strade ferrate private sono pure obbligate a restituire all'Amministrazione dello Stato mediante una somma aversuale da determinarsi dal relativo Ministero il soprappiù di spese cadente a carico dell'I. R. Erario a cagione della strada stessa per la sorveglianza di polizia propriamente detta (specialmente secondo la sezione II di questa legge) e per la sorveglianza finanziaria.

Le Imprese di esercizio dovranno pure prendersi cura delle operazioni relative alla costruzione e conservazione delle necessarie località d' ufficio e del decente ricovero degl' impiegati ed inservienti nei casi in cui ciò venisse riconosciuto necessario dal competente Ministero.

7. *Sorveglianza ed ispezione per parte degli agenti di polizia.* — § 90. Sebbene pei principj sovraccennati l' immediata sorveglianza e controlleria dell'esercizio delle strade ferrate nei rapporti tecnici amministrativi competa all' Ispez. generale, ed in ultima istanza al Ministero del commercio, dell'industria e delle pubbliche costruzioni, saranno però tenute tanto le Imprese di strade ferrate, quanto i loro impiegati ed inservienti ad osservare le leggi generali di polizia, e soggiaciono per questo riguardo alla sorveglianza degli agenti di pubblica sicurezza e delle autorità politiche.

8. *Forza obbligatoria delle prescrizioni per le Imprese di strade ferrate privilegiate o munite di concessione.* — § 91 Dal giorno in cui questa legge entrò in attività soggiaciono alle prescrizioni ed obblighi che vi sono contenuti anche le Imprese di strade ferrate già munite di concessione e privilegio.

Acquisti di nuovi mezzi d' esercizio possono aver luogo soltanto secondo le prescrizioni di questa legge. I già esistenti devono essere cambiati al più tardi entro 5 anni (dal giorno dell'attivazione di questa legge) conformemente alle prescrizioni della medesima, qualora dietro domanda delle Imprese di esercizio non venga concesso in via d' eccezione un termine più lungo dal Ministero del commercio, dell' industria e delle pubbliche costruzioni.

§ 92. Per quelle strade ferrate, il cui esercizio si fa con forze motrici diverse dalle macchine a vapore, verranno emanate le opportune prescrizioni applicando quelle della presente legge che si adattano alle loro speciali circostanze.

OBBLIGHI DI QUELLE PERSONE (DEL PUBBLICO) CHE SI SERVONO DELLA STRADA FERRATA OD IN ALTRO MODO SI TROVANO IN RAPPORTI COLLA STESSA.

a) *Obblighi generali.* — § 93. Le persone che si servono della strada ferrata per viaggiare o per far trasportare oggetti devono condursi a tenore delle condizioni di trasporto prescritte e pubblicate, osservare con esattezza le prescrizioni emanate pel mantenimento dell'ordine, della regolarità e sicurezza dell'esercizio della strada ferrata, ed ubbidire prontamente alle avvertenze che il personale di custodia e di scorta del treno trovasse necessario di dare in proposito.

b) *Ricapiti di viaggio ed operazioni di finanza.* — § 94. Ogni viaggiatore che vuol essere trasportato sulla strada ferrata deve osservare esattamente le prescrizioni di legge relative al ricapito di viaggio; e sottoporre al debito trattamento di finanza quegli oggetti che vi soggiaciono.

Questa prescrizione dovrà essere menzionata espressamente nelle condizioni per l'accettazione che verranno pubblicate.

c) *Salita e discesa dai vagoni.* — § 95. Ogni viaggiatore mentre il treno è in moto dovrà astenersi dal salire e discendere, dall'aprire senza necessità le porte e dal por piede sulla piattaforma.

d) *Il por piede sulla strada ferrata.* — § 96. Individui che non appartengono al personale di servizio o di lavoro della strada ferrata stessa, o che non sono muniti di speciale permesso, non possono por piede sulla strada ferrata, negli spazj, sulle scarpe, nei viottoli, o nelle fosse che vi appartengono, eccetto nei luoghi delle stazioni destinati per l'accesso e per la partenza o per salire e discendere, sui punti stabiliti pei passaggi sulla strada, e finalmente nelle località destinate per la spedizione degli oggetti.

È vietato d'aprire arbitrariamente le barriere della strada, come pure di passare al di sotto od al di sopra di esse: è permesso soltanto di passare sulla strada, senza però fermarvisi, quando si trovino aperte le barriere o dopo che vennero aperte dal personale di custodia della strada.

I rotabili tirati da bestie, i cavalli da sella, e il bestiame da pascolo non possono durante il tempo in cui si aspetta che vengano aperte le sbarre, avvicinarsi di troppo alla strada ferrata; alle ammonizioni che si facessero in proposito dal personale di custodia si dovrà prestare esatta ubbidienza.

§ 97. Si potrà far pascolare bestiame nell'immediata vicinanza della strada ferrata soltanto sotto vigilante custodia, e si dovrà aver cura che non ponga piede sulla strada o sulle pertinenze di essa, non oltrepassi le cinte e non si spaventi quando passano i treni.

e) *Danni ed alterazioni alla strada ferrata.* — § 98. È proibito ogni danno, ogni spostamento o cambiamento sulla strada o sue pertinenze; quindi non

solo alla rotaja, ma anche agli argini, viottoli, fosse, edifizj, cinte, sbarre per chiudere, tabelle d'avviso, colonne indicanti il pendio, indicatori di distanze, arnesi per segnali, ecc., e così pure è severamente proibito di porre oggetti di qualsivoglia specie sulle rotaje, o presso le medesime nell'estensione della strada ferrata, o delle sue pertinenze, o di imitare i segnali.

Finalmente ai viaggiatori si proibisce di arrecare qualsiasi danno ai mezzi di esercizio delle corse.

f) *Confinanti colla strada, e contegno da tenersi in vicinanza di essa.* — § 99. In vicinanza della strada non possono i confinanti eseguire operazioni e costruzioni che mettono a pericolo l'esistenza della strada ferrata o delle sue pertinenze, o l'uso regolare e sicuro di essa, o che potrebbero produrre pericolo d'incendio. Per movimenti di terreno pei quali il luogo ove deve farsi il cambiamento verrebbe ad avvicinarsi alle proprietà della strada, come pure per costruzioni che si vogliano intraprendere nel circuito che venne dichiarato esposto a pericolo di fuoco, dovrà sempre ottenersi previamente il permesso dell'Autorità chiamata a sorvegliar l'esercizio e della rispettiva Autorità politica.

Deve evitarsi di esporre all'aperta nel circuito della strada in cui v'è pericolo di fuoco oggetti facili ad accendersi, e si dovrà sempre procurare che le località per sè sicure dal fuoco, ma destinate a contenere oggetti facili ad accendersi, siano convenientemente chiuse.

I frutti dei campi pronti ad essere asportati dovranno porsi alla maggiore possibile distanza dalla strada ferrata; finalmente trattandosi di piantar boschi od alberi in generale, devesi aver riguardo ad evitare la possibilità che la strada venga imbarazzata da alberi e rami caduti pel vento (*).

(*) L'I. R. Ministero dell'interno con ordinanza 7 luglio 1852 N. 12316 E. ha trovato di stabilire quanto segue di concerto con quello del commercio relativamente alla procedura da osservarsi nel conferire delle licenze per intraprendere delle costruzioni private lungo le strade ferrate.

Le istanze tendenti a poter intraprendere delle costruzioni private lungo un tronco di strada ferrata saranno insinuate presso l'autorità politica di prima istanza nel cui circondario trovasi l'oggetto edile. Quest'ultima autorità poi praticherà il sopraluogo in concorso di quegli organi tecnici della strada ferrata (dello Stato o privata) cui è demandata la direzione superiore del relativo tronco, e farà conoscere al commissario tecnico dell'Ispezione generale degli istituti di comunicazione incaricato della sorveglianza del rispettivo tratto, il risultato delle indagini praticate dalla Commissione unitamente al proprio parere, a meno che la costruzione non fosse di già stata riconosciuta inammissibile dal lato politico. Il commissario finalmente s'intenderà sull'argomento colla rispettiva I. R. Direzione dell'esercizio o colla Direzione della strada ferrata privata, e ritornerà indi all'autorità politica gli atti corredati del motivato suo parere se e sotto quali condizioni permettano i riguardi per la strada ferrata l'esecuzione della progettata costruzione.

L'autorità politica evaderà poscia definitivamente l'istanza colla restrizione di essere legata al rispettivo parere del commissario tecnico dell'Ispezione generale sull'ammissibilità e modalità della progettata costruzione per riguardi di polizia di strada ferrata e d'esercizio, avvertendo in proposito tutti quelli che vi hanno interesse e quindi anche la rispettiva I. R. Direzione dell'esercizio o la Direzione della strada ferrata privata. Resta del rimanente nella facoltà dell'autorità politica, qualora

§ 100. È proibito di distruggere boschi, cespugli o pianticelle; di tagliare od abbattere singoli alberi; di cacciar bestiame al pascolo; di cavar ghiaja od argilla, e in generale di eseguire qualunque operazione per cui venga smosso il terreno, o potrebbero cadere sulla strada ferrata degli oggetti, o prodursi frane di sassi o scoscendimenti di terra, in tutti quei tratti o punti dei fondi che vennero all'uopo indicati espressamente dalla competente Autorità.

g) *Sorveglianza per l'adempimento di queste prescrizioni.* — § 101. I capi dei comuni, gli agenti di pubblica sicurezza, ed in generale le autorità politiche sono tenute a vegliare per l'esatta osservanza delle precedenti prescrizioni (sezione II di questa legge), a prestare in tal rapporto la più efficace assistenza al personale della strada ferrata incaricato della sorveglianza, ed arrestare all'uopo i trasgressori e consegnarli alla competente autorità giudiziaria per la punizione.

avesse degli importanti dubbj contro il rispettivo parere del commissario tecnico, di invocare pel tramite dell'autorità prepostale, prima di emanare una decisione definitiva, degli schiarimenti e provvedimenti da parte dell'I. R. Ministero del commercio.

Dipendentemente poi dalla soppressione della Direzione generale per le comunicazioni e della I. R. Ispezione generale per gli istituti di comunicazione, avvenuta in forza della Sovrana risoluzione del 10 ottobre 1853, l'I. R. Ministero dell'interno, di concerto coll'I. R. Ministero del commercio, ha coll'ordinanza 8 giugno 1854 N. 1280 H. M. trovato di dover introdurre le sotto descritte modificazioni nella summentovata prescrizione; cioè:

Riguardo alle costruzioni lungo le ferrovie dello Stato le trattative commissionali invece d'essere comunicate come per lo passato al commissario tecnico dell'Ispezione generale, dovranno d'ora in poi essere partecipate direttamente da parte dell'autorità politica alla rispettiva Direzione dell'esercizio di strada ferrata, sempre però nel caso che la chiesta costruzione non si presentasse come assolutamente inammissibile pei riguardi politici.

La Direzione dell'esercizio farà conoscere poscia all'autorità politica se e sotto quali condizioni, nei riguardi di strada ferrata, sia possibile la scelta costruzione: ciò che dovrà servire di norma all'autorità politica per emettere il permesso per l'esecuzione di qualche lavoro; e qualora le sorgessero dei fondati dubbj contro il voto della Direzione dell'esercizio, potrà rivolgersi, prima della definitiva decisione, pel tramite della propria Superiorità all'I. R. Ministero del commercio per schiarimenti ed appoggio.

Se trattasi d'impartire permessi per costruzioni lungo le ferrovie private, allora l'autorità politica dovrà far intervenire alle Commissioni di sopraluogo oltre ad un incaricato tecnico della strada ferrata anche un I. R. Impiegato delle costruzioni (per esempio, quell'impiegato tecnico che è assegnato all'autorità provinciale), e poscia senz'altro pronuncierà sulla domanda di eseguire qualche costruzione, tenendo sott'occhio i riguardi di strada ferrata e le prescrizioni del regolamento per l'esercizio delle strade ferrate.

Rimane del resto sottinteso che gli interessati e quindi anche le rispettive II. RR. Direzioni dell'esercizio dovranno essere rese istrutte delle decisioni in punto ad istanze per permessi di costruire lungo le strade ferrate dello Stato.

All'evenienza poi di ricorsi si riserva il Ministero dell'interno di decidere di concerto coll'I. R. Ministero del commercio in ultima istanza. Di ciò vennero istruiti per esatta osservanza tutti gli organi dell'esercizio delle strade ferrate. È poi particolare dovere delle II. RR. Direzioni dell'esercizio delle strade ferrate dello Stato di evadere indilatamente le consulte per costruzioni che loro pervenissero dalle autorità politiche, e di avere presente negli opinati che fossero chiamati ad esprimere, tanto le necessarie precauzioni per l'ordine e sicurezza dell'esercizio, che gli interessi dell'erario delle strade ferrate dello Stato.

§ 102. Gl' impiegati della strada ferrata hanno il diritto di fermare i trasgressori delle prescrizioni suddette che non si prestino alle fatte ammonizioni, o che abbiano già commessa un'azione dannosa o pericolosa per l'esercizio, quando non si abbia all'uopo la pronta assistenza dell'Autorità di polizia (politica) o giudiziaria, ed a consegnarli per l' ulteriore procedura all' Autorità politica, Procura di Stato od Autorità giudiziaria più vicina.

Per l'esercizio di queste funzioni di polizia demandate agl' impiegati ed inservienti della strada ferrata, come pure perchè adempiano più coscienziosamente i loro doveri in generale, dovrà l'Amministrazione dello Stato assumere il giuramento di quegl' impiegati ed inservienti di strade ferrate, anche private, ai quali secondo le circostanze locali incumbe la sorveglianza sulla strada, sugli stabilimenti ad essa appartenenti e sul pubblico che si serve della strada.

Gl' impiegati ed inservienti di strade ferrate per tal modo giurati godono anche sulle strade ferrate private nelle loro funzioni in faccia al pubblico della stessa protezione di legge degli altri impiegati pubblici amministrativi.

§ 103. Ogni azione od omissione contraria alle prescrizioni di questa legge verrà punita a norma della stessa e delle disposizioni del Codice penale generale.

Convenzione concernente l'assunzione, la costruzione e l'esercizio delle ferrovie nel regno Lombardo-Veneto.

Allo scopo di compiere, nell' interesse del commercio, al più presto possibile la rete delle Strade ferrate del Regno Lembardo-Veneto e di semplificare possibilmente l'esercizio e l'amministrazione delle Strade di ferro, appartenenti all' I. R. Erario e formanti parte della rete medesima, venne conchiusa fra gl' II. RR. Ministri delle Finanze e del Commercio da una parte, ed i Signori:

In Vienna

Sua Altezza il Principe Giovanni Adolfo di Schwarzenberg, Presidente dell' I. R. pr. Società austr. di credito per il Commercio e l' Industria;

Sua Eccellenza il Conte Francesco Zichy (minore), Vice-Presidente della I. R. pr. Società austr. di credito per il Commercio e l' Industria;

Il Barone A. S. di Rothschild, Vice-Presidente dell' I. R. pr. Società austriaca di credito per il Commercio e l' Industria;

La Casa bancaria di S. M. di Rothschild;

In Italia

Il Duca Rafaele di Galliera in Bologna;

Il Duca Lodovico Melzi in Milano;

Sua Eccellenza il Conte Giuseppe Archinto in Milano, l'ultimo rappresentato dai signori Sebastiano Mondolfo e C. F. Broth;

Pietro Bastogi in Livorno;

In Francia

Fratelli Rothschild in Parigi, rappresentati dalla Casa bancaria di S. M. di Rothschild in Vienna;

E. Blount e Comp, in Parigi;

Paulin Talabot in Parigi;

In Inghilterra

N. M. di Rothschild e figli in Londra, rappresentati dalla Casa bancaria S. M. di Rothschild in Vienna;

Samuele Laing in Londra;

Matteo Uzielli in Londra, rappresentato dal sig. S. Laing;
d'altra parte, sotto riserva della Sovrana approvazione di S. M. I. R. A., la seguente convenzione:

Art. 1. L'I. R. Erario cede ai detti signori le II. RR. Strade ferrate dello Stato situate nel Regno Lombardo-Veneto con tutte le loro pertinenze, sì mobili che immobili, eccettuandone soltanto quel tronco che partendo da Verona s'innoltra verso il Tirolo meridionale, onde abbiano ad esercitarle ed usufruttuarle per la durata di 90 anni.

Art. 2. Col diritto all'esercizio ed usufrutto delle II. RR. Strade ferrate Lombardo-Venete vengono pure ceduti ai surripetuti Signori, tutti i diritti ed obblighi dell'Erario verso terze persone, in quanto codesti diritti ed obblighi sieno inerenti all'esercizio ed usufrutto delle dette strade, o connessi al terreno sul quale sono situate, oppure consistano finalmente nell'obbligo di manutenzione e costruzione di ponti, strade e consimili.

Art. 3. Fra gli obblighi assunti dai detti Signori, sono pure compresi quelli che consistono in prestazioni verso i possessori dei fondi espropriati od intersecati da quelle Strade ferrate, la cui scadenza non sia anteriore alla Sovrana approvazione della convenzione presente; stantechè l'Erario si dichiara tenuto a soddisfare agli obblighi di qualsiasi natura, scadenti fino al giorno della Sovrana sanzione del presente contratto.

Art. 4. Circa i tronchi delle II. RR. Strade ferrate Lombardo-Venete che trovansi attualmente in progresso di costruzione affidata mediante contratti regolari a determinati imprenditori, a modo di quello in fra Coccaglio e Bergamo, viene pattuito che i surripetuti Signori subentreranno col giorno della Sovrana approvazione di codesta convenzione in tutti i diritti ed obblighi derivanti per lo Stato dai surriferiti contratti.

A quest'effetto verranno ai suddetti Signori consegnate delle copie autentiche dei rispettivi contratti, e, occorrendo, gli originali stessi, contro ricevuta e promessa di restituzione ulteriore.

Art. 5. Si metteranno eziandio a disposizione dei detti Signori tutti gli studj preliminari concernenti la rete delle Strade ferrate Lombardo-Venete, nonchè ogni

altro documento relativo esistente presso le Autorità, tosto che ne sarà fatto l'inventario, contro regolare ricevuta e promessa di restituzione dopo l'uso occorrente.

Art. 6. La consegna delle strade ferrate e delle loro pertinenze avrà principio non più tardi di un mese dopo ottenuta la Sovrana sanzione di questa convenzione, e verrà condotta a termine nel più breve lasso di tempo possibile, senza interruzione alcuna.

All'effetto della consegna ed assunzione verrà compilato un dettagliato ed esatto inventario, steso in doppio esemplare, in concorso di chi rappresenterà il consegnante e gli assuntori.

Art. 7. La consegna, di cui sopra, sarà compiuta o considerata come tale, non più tardi della fine dell'anno 1856; epperò col primo gennajo dell'anno 1857 i surriferiti Signori avranno ad entrare nel pieno possesso delle strade ferrate Lombardo-Venete e delle loro pertinenze, e ad assumerne essi medesimi l'amministrazione.

Art. 8. All'Erario incombe unicamente l'obbligo di consegnare le Strade ferrate e loro pertinenze in quello stato in cui esse saranno per trovarsi al tempo della consegna, e quindi esso non guarentisce alcun danno od ammanco.

Nondimeno l'Amministrazione dello Stato si presterà a fare risarcire dagl'impiegati od inservienti risponsabili in via amministrativa, quelle sottrazioni ch'emergessero all'atto della presa di possesso in confronto dell'inventario, e che fossero ad essi imputabili, semprechè codesti impiegati non avessero a quell'epoca abbandonato il servigio dello Stato.

Art. 9. L'Amministrazione dello Stato eserciterà le Strade ferrate per conto dei soprannominati Signori anche prima del termine indicato dall'articolo 7.

Ove la Sovrana sanzione della presente Convenzione venisse abbassata entro la prima metà di un mese, l'amministrazione per conto dei concessionarj avrà principio col primo giorno del mese successivo; e quando giungesse entro la seconda metà, la gestione per conto dei concessionarj comincerà soltanto col primo giorno del secondo mese successivo.

In entrambi i casi avrà termine col finire dell'anno 1856, a meno che i suddetti Signori assumessero l'amministrazione prima dell'epoca additata all'articolo 7.

Art. 10. Intorno alla gestione tenuta dagli agenti dell'Erario per la Società, si renderà conto esatto, e verranno alla medesima consegnati i ricavi in quanto questi le fossero dovuti a tenore dell'articolo 17.

Art. 11. Nel corso della gestione degli agenti dello Stato per conto dei concessionarj, non potrà farsi spesa alcuna che non fosse indispensabile per mantenere non interrotto l'esercizio, o che non derivasse dagli obblighi assunti a tenore degli articoli 2 a 4, se non dopo riportato un consenso in iscritto per parte dei concessionarii, oppure del loro rappresentante.

Art. 12. Il corrispettivo per la cessione delle II. RR. Strade ferrate Lombardo-Venete è fissato in cento (100) milioni di lire austriache, da versarsi, a scelta dell'Erario, in moneta effettiva austriaca o d'oro o d'argento.

Laddove per altro all'epoca della scadenza il valore dell'oro eccedesse relativamente a quello dell'argento la proporzione di quindici e mezzo ad uno, sarà in facoltà dei concessionarj di diffalcare dalle somme da sborsarsi in oro, l'importo corrispondente a questa differenza. In caso contrario, ove cioè il valore dell'oro scendesse al disotto

della soprannominata porzione, l'Erario avrà il diritto ad un compenso corrispondente alla differenza.

Art. 13. Il versamento dei cento (100) milioni di lire austr. stipulati all'articolo precedente si farà nei termini stabiliti, come segue:

Venti (20) milioni di lire austr. si pagheranno entro mesi tre dalla Sovrana sanzione del presente contratto.

Cinquanta (50) milioni verranno sborsati in cinque rate annuali di dieci (10) milioni ciascuna. — La prima di queste rate avrà scadenza un anno dopo quella dei venti (20) milioni; le altre successivamente un anno dopo scaduta l'anteriore.

Art. 14. I trenta (30) milioni residui verranno successivamente pagati con metà dei redditi netti annui delle Strade ferrate cedute ai soprannominati Signori, nonchè di quelle concesse all'articolo 20, in quanto i redditi stessi siano per sorpassare il sette (7) per cento del capitale erogato per la costruzione ed attivazione di queste strade (art. 33 e 34).

Il versamento di tali somme dovrà effettuarsi al più tardi entro 30 giorni dopo sanzionato il bilancio annuo.

Art. 15. Se prima, od all'atto del versamento della quinta delle scadenze annue, di 10 milioni, i sovrannominati Signori dichiareranno di voler pagare i trenta (30) milioni di cui all'articolo precedente, in rate annue di dieci (10) milioni scadenti ciascuna rispettivamente nei due anni successivi, qualunque abbia ad essere l'ammontare degli utili a percepirsi per parte dei concessionarj nelle due annate corrispondenti, eglino saranno disobbligati dal pagamento dell'ultima rata di dieci (10) milioni.

Art. 16. Sopra i cento (100) milioni stipulati all'articolo 12, non verranno pagati interessi, purchè i versamenti avvengano alle scadenze determinate dagli art. 13, 14 e 15; per lo contrario, in caso di ritardo di uno qualsiasi dei versamenti dovranno essere sborsati, in uno col capitale, gli interessi al sei (6) per cento decorribili dal giorno della rispettiva scadenza.

Art. 17. I detti Signori avranno diritto a percepire gli utili netti risultanti dall'esercizio, condotto per conto loro, a sensi dell'art. 9, dopochè saranno stati versati i primi venti (20) milioni in uno cogli eventuali interessi di mora.

Art. 18. I sullodati Signori si obbligano a licenziare entro sei mesi decorribili dal giorno della presa di possesso delle strade di ferro, quelli fra gli impiegati od inservienti assunti dallo Stato, che i concessionarj non vorranno ritenere al proprio servizio, e di corrispondere loro le competenze di norma per il semestre successivo alla fatta intimazione. Nel caso per altro che durante il termine sopraccennato alcuno dei detti impiegati divenisse inetto al servizio, non potrà esigere una pensione per parte dei concessionarj, assumendo, per patto espresso, l'Erario le pensioni e provvigioni loro, delle loro vedove e dei figli.

Art. 19. Ai sullodati Signori incombe l'obbligo di completare le ferrovie in esercizio che furono loro cedute a tenore dell'articolo 1, nonchè di costruire ed attivare i tronchi nuovi entro il tempo stabilito dall'articolo 21.

Tali tronchi sono:

a) quello da Coccaglio per Bergamo a Monza, colla diramazione per Lecco;

b) quello che da Casarsa va a raggiungere per Udine, Cormons presso Nabresina la Strada di ferro meridionale dello Stato;

c) quello che da S. Antonio di Mantova dovrà prolungarsi sino alla sponda sinistra del Po presso Borgoforte.

Art. 20. Oltre ai tronchi indicati dall' articolo 19, i sovradetti Signori assumono l'obbligo di costruire ed attivare le seguenti strade di ferro:

a) da Milano per Lodi sino a Piacenza, onde congiungersi colla strada ferrata dell'Italia Centrale, con una diramazione da Melegnano al confine presso Pavia, per rannodarsi alla strada ferrata sarda per Genova;

b) da Milano al confine sardo presso Buffalora, onde congiungersi colla strada ferrata sarda per Torino, con una diramazione per Sesto Calende, in corrispondenza colla navigazione sul Lago Maggiore.

Art. 21. I tronchi di Strada ferrata indicati agli articoli 19 e 20 dovranno essere compiuti ed attivati, rispettivamente: quello da Coccaglio per Bergamo a Monza entro due anni; la diramazione per Lecco entro anni tre; il tronco fra Casarsa e Nabresina parimenti in tre anni. Per l'attivazione delle Strade ferrate da Milano per Piacenza, Pavia, Buffalora e Sesto Calende, è concesso un termine di cinque anni.

I prelodati Signori non hanno obbligo di prolungare la via di ferro di già attivata da Milano per Treviglio, circa la cui ulteriore destinazione verrà statuito dal Governo, dietro proposta da presentarsi per parte dei concessionarj nel corso dell' anno 1857.

Art. 22. Riguardo alle congiunzioni colle Strade ferrate sarde a Pavia e Buffalora i concessionarj si sottoporranno alle stipulazioni dei rispettivi Governi.

Si accorda fin d'ora ai concessionarj di disporre un binario della Strada ferrata sulla parte del ponte sul Ticino presso Buffalora che giace sul territorio austriaco, promettendo il Governo Austriaco d'interporsi presso il R. Governo Sardo affine d'ottenere per la rimanente parte del ponte l'eguale agevolezza.

Art. 23. Il ponte sul Po presso Piacenza dovrà costruirsi in opera muraria, ferro battuto o ghisa, ed il relativo progetto sarà da inoltrarsi entro un anno all'Amministrazione dello Stato onde riportarne l'approvazione.

Metà delle spese di costruzione, ad eccezione di quelle dipendenti dal collocamento del binario da Strada ferrata, staranno a carico dell' Erario, che dovrà rimborsarle ai prelodati Signori a misura del progresso della costruzione, in rate trimestrali.

Art. 24. I termini stabiliti all'articolo 21, decorrono dal 1.° gennajo 1857.

Art. 25. Il Governo trasmette ai prelodati Signori ogni diritto, derivante in suo favore dalla Convenzione per la quale la città e provincia di Bergamo si sono obbligate a cedere allo Stato gratuitamente tutti i terreni necessarj per la stazione di Bergamo e per la linea da Coccaglio per Bergamo a Monza entro i confini della provincia di Bergamo. Per l'osservanza di questo patto il Governo si obbliga ad interporre, occorrendo, la sua mediazione fra i detti Signori da una e la città e provincia di Bergamo dall'altra.

Art. 26. L'Amministrazione dello Stato concede ai sullodati Signori l'uso gratuito del tronco della Strada ferrata meridionale dello Stato da Nabresina fino a Trieste, per il corso dei loro convogli, nonchè l'uso in comune colla detta Amministrazione delle stazioni di Nabresina e Trieste. Viceversa l'Amministrazione dello Stato si riserva l'uso promiscuo gratuito delle due stazioni di Verona e del tronco della Strada ferrata Lombardo-Veneta che rannoderà la Strada ferrata del Tirolo meridionale colle suddette stazioni.

Le disposizioni più precise verranno d'accordo stabilite con apposito regolamento.

Art. 27. Si concede pure ai detti Signori il permesso di costruire intorno a Milano una Strada ferrata di congiunzione e di fabbricare ivi una stazione centrale.

Art. 28. In caso che terze-persone chiedessero di costruire delle Strade di ferro sia in continuazione, sia quali diramazioni delle Strade ferrate concesse, i detti Signori avranno, questi entro i confini del Regno Lombardo-Veneto, la preferenza per la costruzione ed esercizio di tali strade di ferro a patto che accettino le condizioni proposte da terzi, e ne facciano valida dichiarazione entro mesi tre, dal giorno dell'avuta comunicazione.

Art. 29. Egualmente ove l'Amministrazione dello Stato trovasse di costruire una Strada ferrata entro i confini del Regno Lombardo-Veneto, offrirà ai detti Signori la concessione per la costruzione ed esercizio di tale Strada di ferro e non potrà intraprenderne essa medesima la costruzione, nè darne la facoltà ad altri che nel solo caso in cui i concessionarj non accettino espressamente entro tre mesi l'offerta concessione.

Viene inoltre concesso ai detti Signori di riunire alla loro impresa altre strade di ferro o parti di esse, sotto riserva dell'approvazione per parte dell'Amministrazione dello Stato.

Art. 30. Tanto le strade di ferro, che già sono in esercizio, quanto le altre non terminate e quelle che sono da costruirsi contemplate dalla presente concessione, saranno possedute ed esercitate dai suddetti Signori con tutti i diritti ed obblighi portati dalla legge di concessione del 14 settembre 1854 (Bollettino delle Leggi, N. 238) e dal regolamento intorno all'esercizio delle Strade ferrate del 16 novembre 1851 (Bollettino delle Leggi del 1852, N. 1) in quanto non fu loro derogato colla presente Convenzione, nè venga altrimenti stabilito da future disposizioni di legge.

Art. 31. L'uso delle ferrovie cedute ai detti Signori coll'articolo 1, come pure la concessione contenuta negli articoli 19 e 20 e la prerogativa assicurata loro cogli articoli 28 e 29, avranno fine coll'ultimo giorno dell'anno 1948.

Art. 32. Tutte le strade ferrate cedute o concesse ai detti Signori, costituiscono un unico ente indivisibile, laonde essi non potranno alienare parte alcuna, nemmeno sotto forma d'affitto.

Art. 33. L'Amministrazione dello Stato garantisce, per le strade ferrate cedute ed in servizio, come per quelle da costruirsi ed attivarsi per tutto il tempo di cui sopra (art. 31), un utile netto, dedotte le spese d'amministrazione e d'esercizio, del cinque per cento d'interesse, più un quinto ($^1/_5$) per cento per il fondo d'ammortimento.

Tale garanzia comprende unicamente quelle somme che a termini degli articoli 13, 14 e 15 saranno state e verranno successivamente sborsate per la costruzione e l'attivazione dei tronchi di Strada ferrata di cui agli articoli 19 e 20, come pure pel materiale mobile e scorte, provveduti nello spazio di tre anni dopo attivate le dette Strade di ferro,

Art. 34. Saranno pure compresi nel capitale di costruzione ed esercizio gli interessi pagabili durante la costruzione, in ragione del cinque per cento sulle azioni ed obbligazioni emesse.

Art. 35. All'oggetto però che l'Erario possa essere tenuto a prestare la garanzia assunta (art. 33 e 34) è d'uopo che vengano assoggettati al suo esame e da esso lui approvati i conti delle costruzioni.

Perciò in caso di ricorso alla suddetta garanzia la Società sarà in obbligo di presentare all'Amministrazione pubblica uno stato degli introiti e delle spese dell'anno corrispondente, tre mesi prima della scadenza, rispetto a cui si verifica l'ammanco del quale l' Erario sarà tenuto in debito.

Un ritardo alla presentazione di detto stato darà diritto all'Erario ad una dilazione corrispondente pel pagamento da effettuarsi. Codesti pagamenti si faranno nelle valute stipulate all'articolo 12.

Art. 36. La garanzia di cui sopra, impone bensì all'Erario l'obbligo di somministrare ogni anno le somme occorrenti onde portare al cinque ed un quinto per cento i frutti del capitale, di cui agli articoli 33 e 34; ma le somme a quest'uopo versate dovranno considerarsi non altrimenti che come un'anticipazione fatta al quattro per cento, e tosto che le rendite nette saranno maggiori del garantito interesse annuo di 5 $1/_5$ per cento si dovrà coll'eccedente rifondere le somme stesse imputando prima a sconto degli interessi e poi del capitale.

Art. 37. Il Governo è autorizzato a far ispezionare e sorvegliare col mezzo di un suo agente a ciò delegato ogni ramo di gestione della Società, affine di premunirsi contro tutti gli abusi nell'applicazione dell'articolo 33.

Art. 38. Viene condonata ai detti Signori per tutto il tempo stabilito alle costruzioni (articoli 21 e 24) la metà dei dazj d'introduzione sopra tutti gli oggetti e materiali necessarj alla costruzione ed esercizio del complesso delle Strade ferrate, che saranno riconosciuti e certificati come tali per iscritto dall'agente a ciò destinato dal Governo. Codesto dazio di favore sarà per altro limitato a quella quantità di materiali e scorte, che verrà attestata necessaria per l' intera durata della costruzione e per l'esercizio di tre mesi successivi.

Art. 39. Fino al termine dell' anno 1861, entro il quale dev' essere compiuta ed attivata la rete delle Strade ferrate, è concessa ai sullodati Signori l'esenzione dall' imposta sulle rendite.

Art. 40. Gli acquisti d' immobili fatti dalla Società all'uopo dell'esecuzione e dell'esercizio delle Strade ferrate comprese nella presente Convenzione, sia per effetto d'espropriazione forzata, sia all'amichevole, sono esenti dalle imposte di trasferimento portate dalla legge del 9 febbrajo 1850. (Bollettino delle Leggi N. 50.)

Art. 41. Le corrispondenze risguardanti l'amministrazione delle Strade ferrate potranno spedirsi liberamente sulle linee delle Strade ferrate cedute, per mezzo degli impiegati dell' Impresa.

Art. 42. I sullodati Signori sono autorizzati a creare stabilimenti, officine, opifizj, a possedere cave di carbone fossile, lignite e torbiere, ad acquistare boschi e foreste, sotto l'osservanza delle leggi generali sì attuali che future e sotto l'esplicita riserva che il disposto degli articoli 38, 39 e 40 non sarà applicabile a questa industria.

Art. 43. È concesso ai detti Signori di costituire una Società anonima colla residenza in Vienna, e di emettere azioni intestate a determinati individui od al portatore, il cui valore nominale non potrà essere, per ciascuna, minore di Lire 600 austriache. Non sarà per altro lecito di emettere azioni prima che gli statuti della Società non siano stati approvati.

La Società in cotal guisa costituita subentrerà in tutti i diritti ed obblighi dei detti Signori concessionarj.

Art. 44. Affine di procurarsi ulteriori capitali, è concessa ai sullodati Signori, oltre all'emissione d'azioni, anche la creazione di obbligazioni, la cui somma totale, come pure le modalità e condizioni relative dovranno approvarsi dall'Amministrazione dello Stato.

Anche queste obbligazioni potranno essere al portatore, ma non mai di un valore nominale minore di Lire austriache seicento ciascuna.

Gl' interessi di codeste obbligazioni avranno un diritto di priorità sulla rendita delle strade ferrate, garantito dal Governo (art. 33).

Art. 45. Ai detti Signori è conferito il diritto di percepire in oro, argento il prezzo dei trasporti, a norma delle seguenti tariffe.

I. Pei viaggiatori:

per lega austriaca (pari a 7586 metri) nella

1. classe	. . . . .	20 carantani,
2. »	. . . . .	15 »
3. »	. . . . .	10 »

Questa tariffa si potrà aumentare del venti per cento per i convogli celeri con soli viaggiatori di prima e seconda classe. La celerità di tali convogli non dovrà essere minore di quella dei simili convogli sulle Strade di ferro esercitate per conto del Governo.

II. Per le mercanzie a piccola velocità, per quintale austriaco (pari a 50 chilogrammi) e lega:

1. classe	. . . .	1 carantano,
2. »	. . . .	1 1/2 »
3. »	. . . .	2 carantani.

Il prezzo pei trasporti di qualsiasi altro oggetto, le tasse accessorie, la classificazione delle mercanzie e le altre condizioni pel trasporto saranno fissate conformemente alla tariffa promulgata il 24 gennajo 1852 dalla Direzione della strada ferrata Sud-Est austriaca.

Codesta tariffa costituisce un limite che non potrà venire oltrepassato senza l'autorizzazione del Governo.

Art. 46. Pel caso che le rendite nette eccedessero il quindici (15) per cento, sarà in facoltà dell' Amministrazione dello Stato di far introdurre un corrispondente ribasso dei prezzi portati dalla tariffa, a senso dell'articolo 10, lettera *e*) della legge del 14 settembre 1854 sulle concessioni di Strade di ferro. In caso d' incarimento straordinario di vettovaglie potrà il Governo stabilire per quelle derrate una riduzione temporaria dei prezzi di trasporto fino a metà del massimo della tariffa.

Art. 47. I trasporti dei militari saranno nella terza classe fatti a prezzo ridotto; cioè pei militari dal sergente in giù alla metà del prezzo. Ogni qualvolta l'Amministrazione militare farà trasportare sulle Strade di ferro di cui trattasi, o truppe, od effetti militari, pagherà un terzo della tariffa ordinaria.

Pel trasporto di oggetti non classificati nelle tariffe, l' Amministrazione militare pagherà solo i prezzi di tariffa stabiliti per le mercanzie di seconda classe.

Art. 48. I funzionarj pubblici incaricati della sorveglianza alla gestione della Società o della tutela degl'interessi dello Stato, in quanto questi si riferiscono alla presente Convenzione, verranno trasportati gratuitamente coi loro effetti, qualora giustifichino la propria qualità ufficiale.

Art. 49. Con ciascun convoglio celere o da viaggiatori partente da una stazione principale, dovrà spedirsi, giornalmente e senza compenso, un vagone a quattro ruote ad uso esclusivo dell'Amministrazione delle Poste.

Ove l'anzidetta Amministrazione abbisognasse di più di un veicolo, pagherà per ogni vagone addizionale una tassa di soli centesimi dieci per chilometro.

Saranno esenti dal pagamento di porto o tasse le spedizioni postali ordinarie, siccome pure gli impiegati ed inservienti viaggianti per ordine dell'Amministrazione postale. Incombe altresì alla Società il trasporto e la sorveglianza gratuita delle spedizioni postali non accompagnate da impiegati ed inservienti, nonchè la cura dei vagoni postali.

È finalmente obbligo della Società di disporre gratuitamente nelle stazioni, in cui la Posta riceve e spedisce delle lettere, locali atti al servizio postale.

Art. 50. Qualsiasi fatto diretto a defraudare la Società di quanto le è dovuto per trasporto di merci o di viaggiatori, ogni falsa dichiarazione di qualità e di peso, come pure l'agglomeramento in un solo invio di articoli diversi appartenenti a persone diverse, sarà punito col pagamento della triplice tassa. Codesta disposizione verrà inserita nelle tariffe da pubblicarsi per cura della Società.

Art. 51. L'Amministrazione dello Stato si riserva il diritto di erigere per proprio conto e pel proprio servizio i telegrafi elettrici, lungo le strade di ferro e sul loro terreno, o di valersi gratuitamente dei telegrafi della Società. In corrispettivo è concesso alla Società di stabilire telegrafi per conto proprio e di sospendere i suoi fili telegrafici ai pali dei telegrafi dello Stato. La Società non se ne varrà per altro, se non per le comunicazioni interessanti esclusivamente il servizio delle sue strade di ferro, e sarà sotto questo rapporto sottoposta alla sorveglianza delle competenti Autorità.

Art. 52. Incombe alla Società l'obbligo di far sorvegliare gratuitamente, dalle persone addette al suo servizio, i telegrafi dello Stato esistenti o da erigersi in appresso lungo le sue strade di ferro, e d'imporre loro la cura delle piantagioni fatte o da farsi, come pure le s'impone l'obbligo di notificare immediatamente i danni avvenuti, sia agli apparati telegrafici sia alle piantagioni rispettivamente alla prossima stazione telegrafica o all'Autorità politica la più vicina.

Art. 53. La Società dovrà mantenere in buon stato la rete delle Strade ferrate Lombardo-Venete per l'intera durata (art. 31) della sua concessione, e munirla dei mezzi di trasporto corrispondenti ai bisogni del movimento.

Art. 54. Se la Società non adempisse qualsiasi dei patti della presente Convenzione, l'Amministrazione dello Stato sarà in diritto di prendere le disposizioni portate dalla legge 14 settembre 1854 di concessione delle Strade ferrate, ed al bisogno di ordinare gli opportuni rimedj.

Art. 55. Scorso il termine stabilito dall'articolo 31 della presente Convenzione, lo Stato rientra tosto nel possesso e godimento delle ferrovie cedute a tenore dell'articolo 1; ed acquista pure, a titolo gratuito, la proprietà delle altre ferrovie costruite in base alla presente Convenzione coi relativi terreni, opere d'arte, lavori di terra,

piano stradale ed armamento delle strade, nonchè delle loro dipendenze immobili, come stazioni, tettoje da carico e scarico, fabbriche nei punti d'arrivo e di partenza casette da guardiani e sorveglianti coi lori annessi, macchine fisse ed ogni altro oggetto immobile o mobile, quali locomotive, vagoni, utensili, materiale, combustibili, approvvigionamenti di ogni sorta. Ciò vale pure per tutti gli annessi mobili ed immobili stati eseguiti per la manutenzione od il miglioramento delle Strade di ferro, cedute a tenore dell'art. 1. Rimarranno per altro proprietà della Società gli edificj indicati all'art. 42.

Art. 56. Le controversie che potrebbero sorgere intorno all' interpretazione dell'attuale Convenzione dovranno essere definite da arbitri.

Nascendo una tale controversia, la parte pretendente dovrà notificare in via legale alla contraria la scelta fatta dell' arbitro, invitandola a procedere dal canto suo a simile nomina. Ove codesto invito non sortisse entro 14 giorni il dovuto effetto, sarà lecito alla parte attrice di passare alla nomina del secondo arbitro dandone semplicemente avviso all'avversaria.

Art. 57. In caso di discrepanza fra i voti dei due arbitri, le due parti, e non accordandosi queste, i due arbitri nomineranno un terzo arbitro. Ove nemmeno gli arbitri potessero accordarsi intorno alla nomina del terzo, la di lui scelta fra i proposti, si farà dipendere dalla sorte.

Art. 58. Ambe le parti saranno tenute di assoggettarsi alla concorde sentenza dei due arbitri od a quella del terzo arbitro, sempre che il lodo da esso lui pronunciato rimanga nei limiti risultanti dalle proposizioni dei due primi.

Art. 59. La Società dovrà consegnare le strade e loro annessi in buono stato. In caso diverso l'Amministrazione dello Stato potrà far procedere alle riparazioni a spese della Società, oppure obbligarvi quest' ultima. Nascendo disaccordo in proposito, si procederà come è detto agli art. 56 e 58.

Art. 60. Col 1.° gennajo 1949 l'Amministrazione dello Stato avrà il diritto di prendere il possesso delle Strade di ferro e di amministrarle per suo proprio conto. Senonchè incomberà in allora alla Società l' obbligo di mantenere ed esercitare alla sua volta le Strade di ferro di cui trattasi, a richiesta e per conto dell'Amministrazione dello Stato per il corso di altri sei mesi.

Art. 61. Entro i tre mesi successivi si renderà al Governo il conto della gestione per lui tenuta, e questo sarà considerato liquido, in difetto di rilievi entro il successivo trimestre da parte dell'Amministrazione dello Stato. Se poi i rilievi non avranno schiarimenti entro sei settimane dalla partecipazione, dovranno ritenersi fondati i rilievi stessi. Si terranno poi per accettati gli schiarimenti se entro sei settimane non daranno luogo a rilievi ulteriori.

Art. 62. Scorso l'anno 1889, sarà in facoltà dell'Amministrazione dello Stato il riscattare le Strade di ferro cedute e concesse a' prelodati Signori contro lo sborso di una rendita annua, pagabile semestralmente a tutto l'anno 1948.

Art. 63. Sulla dichiarazione dell'Amministrazione dello Stato di voler riscattare le Strade di ferro, di cui nella presente Convenzione, si avranno a rilevare le somme degli utili netti percepiti durante ciascuno dei 7 anni precedenti quello della notifica di riscatto, se ne diffalcheranno gli importi delle due annate più sfavorevoli, e si prenderà indi la media delle residue cinque annate. Codesta media sarà il montante della rendita annua che l'Erario dovrà corrispondere, e non potrà in verun caso

essere inferiore al 5 e un quinto per cento del capitale erogato, cioè all'importare garantito dall'Amministrazione dello Stato a senso dell'articolo 33.

Art. 64. L'Erario entra nel pieno possesso di tutte le Strade di ferro, di cui nella presente Convenzione col primo gennajo successivo alla notifica di riscatto. — Circa l'obbligo incombente alla Società di consegnare in buon stato le Strade di ferro e loro pertinenze, di mantenerle ed esercitarle, circa il diritto di esarcimento ed altri a ciò relativi, sta pure per questa evénienza il disposto degli articoli 55 a 61, colla modalità, che questi entreranno in vigore non col primo gennajo 1949, ma bensì col primo dell'anno di cui nel principio di quest'articolo.

Art. 65. In caso che la Società costituita a sensi dell'art. 43 avesse a sciogliersi prima del termine dell'anno 1948, sarà in facoltà dell'Amministrazione dello Stato di procedere giusta quanto è stabilito a verificarsi del primo gennajo 1949, agli articoli 60 e 61.

Art. 66. Finchè non sarà costituita, a sensi dell' art. 43, una Società anonima, i prelodati Signori saranno solidariamente garanti dell'adempimento degli obblighi assunti colla presente Convenzione.

Art. 67. Per tutte le vertenze relative e scaturienti della presente Convenzione i detti Signori o la Società ad essi subentrata avranno a sottostare all'I. R. Ministero del Commercio, dal quale verranno emanati gli ordini e le decisioni e tramessi per mezzo del Governo generale Lombardo-Veneto alla Società, la quale alla sua volta indirizzerà le proprie istanze direttamente o per l'indicata via al sullodato Ministero.

In fede di che la presente Convenzione venne stesa in doppj esemplari sì in idioma tedesco che francese, di cui uno munito del bollo di un fiorino, essendosi per ultimo stipulato, che abbia a considerarsi testo originale e però a servire di norma in caso di contestazioni, quello steso in idioma tedesco.

Così fatto in Vienna il giorno 14 marzo dell'anno mille ottocento e cinquanta sei.

Istruzione per l'Ispezione Generale delle ferrovie austriache

§ 1. L'Ispezione Generale delle ferrovie austriache è chiamata quale organo del Ministero del Commercio, dell'Industria e delle Pubbliche Costruzioni, ad esercitare la Superiore sorveglianza e controlleria riservata nel Regolamento sull'esercizio delle strade ferrate 16 novembre 1851 all'Amministrazione dello Stato, onde sia mantenuta la sicurezza e l'ordine nell'esercizio delle strade ferrate austriache dello Stato e private (*).

(*) Abbiamo già altre volte accennato che un simile servizio nel Lombardo-Veneto potrebbe essere disimpegnato dagli ingegneri delle pubbliche costruzioni a somiglianza di quanto si pratica nell'Impero francese. In tal maniera si otterrebbe non solo un miglior risultato nel servizio per la sollecitudine dei provvedimenti, ma si conseguirebbe eziandio una maggior economia nelle spese d'amministrazione. Il voler moltiplicare in uno Stato gli uffícj tecnici fra loro indipendenti in relazione agli oggetti diversi che devono trattare non può che riuscire di danno all'interesse pubblico esistendo fra i lavori pubblici un'intimità di relazioni che non possono assolutamente andar disgiunte. Queste cose non si comprendono che col sussidio di cognizioni molto inoltrate.

§ 2. La sfera d'azione dell' Ispezione Generale si fonda quindi nella permanente sorveglianza in generale di quelle misure e disposizioni che hanno per iscopo la sicurezza e la regolarità del servizio delle strade ferrate.

L' Ispezione Generale deve vegliare a che le leggi, ordinanze, prescrizioni ed istruzioni che vi hanno relazione, siano puntualmente osservate, che siano rimossi al più presto possibile i difetti che avesse a scoprire, ed assoggettati alla responsabilità di legge coloro che agiscono contro i doveri di servizio.

La disamina della gestione economica e pecuniaria del servizio delle ferrovie non appartiene alla sfera d'azione dell' Ispezione Generale.

§ 3. L'attività della Ispezione Generale si estende particolarmente:

a) alla sorveglianza sulla manutenzione della strada e sue attinenze (edificj, ponti ed altri oggetti di costruzione, segnali, scambj, cinte), nonchè dei mezzi d'esercizio (locomotive, veicoli, ecc.) §§ 2, 3, 20 usque 24, 41, 43 — 54 del Regolamento dell' Esercizio delle strade ferrate 16 novembre 1851 (vedi alla pag. 435 di questo volume).

b) ad invigilare il servizio d'esercizio propriamente detto (componimento dei treni, celerità delle corse, orarj, casi d'infortunio, ecc.) (§ 4, 5, 6, 7, 12, 13, 16, 17, 18, 25, usque 40 del Regolamento succitato).

c) alla sorveglianza degl' impiegati ed inservienti delle ferrovie (osservanza delle istruzioni, ecc.) (§§ 14, 15, 42, 55, 57, 61, 62, 63, del Regolamento medesimo).

d) ad invigilare sugli obblighi speciali delle Imprese verso il pubblico e viceversa (inoltro di persone e cose, danneggiamento della strada, ecc. ecc.) (§§ 8, 9, 11, 93, 95, 96—103 del surripetuto Regolamento).

Riguardo alle costruzioni lungo le ferrovie ed alla loro sicurezza dal fuoco l' Ispezione Generale dovrà procedere a norma delle relative speciali prescrizioni.

§ 4. L'Ispezione Generale consiste nell'Ispettore Generale e nell'occorrente numero di Commissarj. Questi sono subordinati all'Ispettore Generale, il quale esercita sui medesimi il potere disciplinare siccome Capo di Dipartimento. In casi d'impedimento dell' Ispettore Generale ne sostiene le veci il Commissario più anziano, qualora non sia diversamente disposto dall' I. R. Ministero del Commercio.

§ 5. Tanto l'Ispettore Generale che i Commissarj sono obbligati allo scopo della rispettiva sorveglianza e controlleria, di percorrere le ferrovie assegnate per la loro ispezione, e ciò tanto periodicamente quanto in forza di speciali motivi.

L' Ispettore Generale determina la direzione dei viaggi dei Commissarj, avendo in proposito particolare riguardo al grado d'importanza delle singole linee, agli occorsi pericolosi avvenimenti, alle denuncie ed alle lagnanze, e provvede in modo che ciascuna ferrovia sia ispezionata per lo meno una volta al trimestre.

I Commissarj nei loro viaggi d' ispezione dovranno, a seconda delle circostanze, servirsi di ogni qualità di convogli, ed all'occorrenza visitare soltanto alcuni tronchi di ferrovia.

§ 6. Di regola l' Ispettore Generale percorrerà almeno una volta all'anno tutte le strade ferrate. Il medesimo è peraltro autorizzato e rispettivamente obbligato, in casi di rilevanza, e previa riferta all' I. R. Ministero del Commercio, Industria e Pubbliche Costruzioni, di ispezionare anche singoli tronchi.

§ 7. Sia l' Ispettore Generale che i Commissarj terranno, relativamente alle loro perlustrazioni, dei regolari giornali di viaggio.

§ 8. Nè i Commissarj, nè l' Ispettore Generale sono di regola autorizzati, in esito a scoperti difetti o mancanze, di impartire od adottare di proprio potere d'ufficio, disposizioni o misure. I medesimi dovranno unicamente constatare colla possibile esattezza i difetti e le mancanze scoperte, e disporre poi l'occorrente a tenore delle seguenti disposizioni (§§ 10, 11, 12, 13 della presente Istruzione).

§ 9. Nei casi di urgenza, con pericolo in mora, e quando i provvedimenti onde allontanare i danni minaccianti la sicurezza esigessero delle istantanee misure, tanto l' Ispettore Generale quanto i Commissarj sono abilitati e insieme obbligati, in forza dei poteri loro derivanti dalle leggi, di adottare, sotto propria responsabilità, delle misure analoghe alla circostanza, e tutti gl' impiegati ed inservienti dovranno prestare illimitata obbedienza agli ordini dell' Ispettore Generale e dei Commissarj, salvo loro per altro di ricorrere al Ministero del Commercio, laddove con ciò si ritenessero aggravati.

In simili casi urgenti sono inoltre autorizzati l' Ispettore Generale ed i Commissarj, quando la sicurezza del servizio lo esigesse, di sospendere incontanente dal servizio gl' impiegati ed inservienti delle ferrovie.

Non s'aspetta alla Ispezione Generale un ulteriore potere disciplinare sugli impiegati ed inservienti delle strade ferrate.

§ 10. Presso ciascuna Direzione di ferrovia, e presso ogni singolo impiegato dell'esercizio con destinazione isolata nelle singole Stazioni, saranno istituiti dei libri di revisione, nei quali i Commissarj dovranno succintamente registrare le mancanze o difetti riscontrati.

Siffatti libri di revisione dovranno essere regolarmente paginati e muniti di suggello che sarà applicato all' estremità di un filo scorrente pei singoli fogli.

§ 11. I Commissarj non entreranno altrimenti in trattazioni d' Ufficio nè colle Direzioni di ferrovia nè coi singoli preposti d' Ufficio. Avranno però l'obbligo di rassegnare rapporto all' Ispettore Generale intorno alle mancanze ed ai difetti riscontrati.

§ 12. L'Ispettore Generale, riguardo alle mancanze ed ai difetti denunciati dai Commissarj o riscontrati nelle proprie trasferte d' ispezione (laddove

non si trattasse di cose di lieve momento, oppure che se ne potesse ottenere sbrigatamente la rimozione mediante concerti verbali), dovrà unicamente renderne avanti tutto edotti i Direttori dell'Esercizio delle II. RR. Strade ferrate dello Stato, siccome quelli delle private, potendosi presupporre che le Direzioni stesse nel proprio interesse si daranno ogni premura onde togliere siffatti difetti. Se ciò non avvenisse, o se l'importanza della cosa esigesse l'immediato intervento dell'Amministrazione dello Stato, l'Ispettore Generale, dopo di averne ottenuta l'approvazione dell'I. R. Ministero del Commercio, dell'Industria e Pubbliche Costruzioni, e con particolare riguardo al disposto del § 12 della Patente di Concessione 1.° giugno 1855, prenderà le disposizioni richieste dalle circostanze, e quindi secondo il bisogno darà alle Direzioni ferroviarie le istruzioni corrispondenti onde togliere le mancanze ed i difetti (*).

In ognuna di quelle istruzioni dovrà però espressamente riferirsi all'approvazione dell'I. R. Ministero del Commercio, epperciò saranno sempre emanate « per incarico dell'I. R. Ministero del Commercio ».

Le riferte d'ufficio ad altre Autorità (per esempio, ai Giudizj penali od alle Procure di Stato) saranno dall'Ispettore Generale spedite in proprio nome.

§ 13. Alla chiusa di ogni anno solare, l'Ispettore Generale rassegna un Rapporto all'I. R. Ministero del Commercio, dell'Industria e Pubbliche costruzioni in punto all'attività ed alle prestazioni dell'Ispezione Generale, come pure intorno allo stato delle strade rispetto a regolarità e sicurezza del servizio d'esercizio, al quale sarà pure annesso un circostanziato prospetto riassuntivo degli occorsi infortunj e turbamenti del servizio, nonchè i risultati delle investigazioni in proposito incoate.

In siffatto rapporto saranno comprese anche le proposte di modificazioni o di completamento delle inerenti Leggi ed Ordinanze che si ravvisassero adattate alle circostanze, e quelle tutte altresì che potessero influire sull'allontanamento delle riscontrate mancanze o difetti.

§ 14. Ove occorresse, tanto l'Ispettore Generale quanto i Commissarj sono autorizzati nelle loro trattazioni d'Ufficio, a servirsi del telegrafo.

§ 15. I dispacci telegrafici che pervenissero intorno ad infortunj sulle ferrovie, come tutti gli atti contrassegnati coll'indicazione « in oggetti dell'Ispezione Generale » saranno indilatamente ed immediatamente ricapitati all'Ispettore Generale, senza neppure assumerli nel protocollo degli esibiti del Ministero del Commercio.

(*) La lunga procedura qui prescritta per togliere i difetti e gli inconvenienti che si riconoscessero lungo le strade ferrate, la limitata sorveglianza a cui sono sottoposte in forza del § 5 di questa Istruzione, rende i provvedimenti Governativi meno energici di quanto si richieda in un simile servizio.

L'Ispettore Generale dovrà dopo averne presa notizia, fare luogo alle disposizioni del caso, rendendone quindi informato e di queste e dell'avvenimento che le determinò, il Ministero del Commercio mediante la registrazione di essi atti nel relativo protocollo degli esibiti.

Quando trattasi di oggetti di lieve importanza, siffatta protocollazione potrà essere tralasciata; tuttavia gli atti analoghi dovranno essere registrati in apposito protocollo tenuto dall'Ispettore Generale.

§ 16. Nei viaggi di servizio, l'Ispettore Generale ed i Commissarj percepiranno le diete secondo il rispettivo carattere, oltre il viaggio gratuito sulle ferrovie e le competenze normali per le trasferte da e per le Stazioni delle strade ferrate.

Nei viaggi fuori delle strade ferrate, gli organi dell'Ispezione Generale oltre le diete secondo il carattere percepiranno un migliatico in luogo del bonifico delle spese di trasporto, e ciò nella misura, l'Ispettore Generale di 3 fior., ed i Commissarj di fior. 2 per lega.

Statuto dell'I. R. Società Privilegiata per le Strade Ferrate Lombardo-Venete e dell'Italia Centrale.

Mediante la Convenzione 14 marzo 1856 approvata da Sua Maestà I. R. Apostolica con Risoluzione Sovrana 17 aprile 1856, e che venne stipulata da una parte tra gli II. RR. Ministeri delle Finanze e del Commercio; e dall'altra tra il Principe Adolfo Schwarzenberg, Preside e Rappresentante dell'I. R. Istituto privilegiato austriaco di credito pel commercio ed industria in Vienna, il Conte Francesco Zichy juniore Vice-Preside e Rappresentante dell'I. R. Istituto privilegiato austriaco di credito pel commercio ed industria in Vienna, il Barone A. S. de Rothschild, Vice-Preside e Rappresentante dell'I. R. Istituto privilegiato austriaco di credito pel commercio ed industria in Vienna, la Casa bancaria S. M. de Rothschild in Vienna, il marchese Raffaele de Ferrari Duca di Galliera in Bologna, il Duca Luigi Melzi in Milano;

il Conte Giuseppe Archinto in Milano;
Pietro Bastogi in Livorno;
fratelli Rothschild in Parigi;
E. Blount e Compagno in Parigi;
Paolo Talabot in Parigi;
N. M. Rothschild e figli a Londra;
Samuele Laing a Londra, e
Matteo Uzielli a Londra,

venne trasferito ai sunnominati Socj l'esercizio e l'uso delle strade ferrate del Lombardo Veneto, come pure il compimento dell'intera rete ferroviaria coi diritti ed obblighi indicati nella Convenzione suddetta; e colla Sovrana Risoluzione 1.° maggio 1856 venne graziosissimamente accordata la modificazione dei §§ 43 e 44 della Convenzione suddetta, nel senso, che le azioni ed obbligazioni possono essere emesse

per austriache lire 576 (invece di austriache lir 600), pari a franchi 500 od a lire sterline 20.

Mediante la Concessione 17 marzo 1856 impartita dalla Santa Sede, indi dai Governi d'Austria, di Toscana, di Modena e di Parma, venne accordato al Marchese Raffaele de Ferrari Duca di Galliera agente a proprio nome e qual mandatario dei menzionati Socj sotto le condizioni espresse nella Concessione stessa il diritto di costruire e di porre in esercizio per loro conto la strada ferrata dell'Italia Centrale.

Avendo ora dichiarato i Socj suddetti di trasferire ad una società anonima tutti i diritti acquistati mediante la Convenzione 14 marzo 1856 e la Concessione 17 marzo 1856 con tutti gli obblighi che ne derivano, viene in base a tale dichiarazione formata una società, i cui diritti ed obblighi vengono determinati della Convenzione 14 marzo 1856, e della Concessione 17 marzo 1856 qui acchiuse in copia col Capitolato suppletorio e colla Convenzione originaria primo maggio 1851, non che dai seguenti Statuti.

Capo Primo

Nome, sede, scòpo e durata della Società

§ 1. La Società porterà il nome di I. R. Società privilegiata per le strade ferrate Lombardo-Venete e dell'Italia centrale, avrà la sua sede in Vienna, e verrà protocollata presso l'I. R. Tribunale di Commercio della Bassa Austria.

§ 2. La Società ha per iscopo:

a) la costruzione, il compimento e l'esercizio delle strade ferrate cedute ed accordate nella Convenzione 14 marzo 1856 e nella Concessione 17 marzo 1856;

b) di costruire e di mettere in esercizio quelle linee ferroviarie riguardo alle quali fu accordato alla Società mediante la Convenzione e la Concessione suddette un condizionato diritto di prelazione, come pure tutte le ferrovie riguardo alle quali le venne conferita una concessione, oppure quelle che vengono da essa acquistate o prese in appalto; finalmente

c) di eseguire quelle costruzioni e condurre quelle imprese riguardo alle quali le venne assicurato il diritto nel § 42 della Convenzione e nel § 51 del Capitolato allegato alla Concessione 17 marzo 1856.

§ 3. Tosto che sia versato il 30 per 100 del capitale sociale, la Società è autorizzata a costituirsi e ad entrare in attività; la sua durata non oltrepasserà il 31 dicembre del 1948.

Capo II.

Fondo sociale, azioni, versamenti.

§ 4. Il fondo sociale è fissato in austriache lire 180 milioni; e verrà provveduto con 312,500 azioni, ciascuna di austriache lire 576, ossiano franchi 500, ossiano sterline lire 20.

Le dette azioni verranno emesse in modo che possano essere negoziate in Austria, in Italia, in Francia ed in Inghilterra.

Oltracciò potrà assumere la Società ogni prestito, decretato nell'Adunanza generale degli azionisti ed approvato dal Governo.

§ 5. Ogni azione dà il diritto ad una parte eguale sul patrimonio sociale e sui redditi dell'Impresa.

Ogni possessore di azioni si assoggetta però anche agli obblighi imposti dagli statuti.

§ 6. L'azionista od il di lui erede non è autorizzato a prendere in confronto della Società una qualsiasi misura cauzionale per la garanzia dei suoi diritti; a chiedere un rendimento di conti circa l'amministrazione del patrimonio sociale in modo diverso da quello stabilito dagli Statuti; oppure a prender parte esso stesso all'amministrazione, qualora non vi sia chiamato in forza degli Statuti stessi.

§ 7. Col pagamento del 30 per 100 di un'azione vengono stabiliti i diritti e gli obblighi di un membro della Società.

L'effettuato versamento del detto 30 per cento verrà confermato mediante una polizza interinale, che si scambierà coll'azione; l'ulteriore versamento poi verrà confermato sull'azione stessa.

§ 8. Le azioni verranno firmate da uno dei consiglieri d'amministrazione e da un impiegato della Società incaricato dal Consiglio d'amministrazione; saranno munite del sigillo della Società, ed avranno un ritaglio marginale. Ad ogni azione è unito un numero corrispondente di *coupons*, verso la cui presentazione vengono pagati gli interessi ed i dividendi.

§ 9. Le azioni ed i *coupons* saranno emessi al portatore, la Società non riconoscerà quindi che il portatore come proprietario. Essa prenderà però in custodia nelle sue casse sopra inchiesta del proprietario le di lui azioni, e pagherà gli interessi ed i dividendi verso presentazione del certificato di deposito rilasciato al medesimo. Sopra inchiesta del possessore le azioni potranno del resto essere emesse anche a nome determinato.

§ 10. In faccia alla Società figura sempre soltanto una persona come azionista. Le polizze interinali e le azioni sono indivisibili.

§ 11. I versamenti vengono fatti in valuta metallica, a Vienna alla cassa della Società; a Milano, Parigi e Londra poi alle casse a ciò destinate dal Consiglio amministrativo e sotto le condizioni fissate dal medesimo.

Il versamento per la prima rata non deve eccedere il 30 per cento del capitale di azioni.

Ogni ulteriore versamento deve essere notificato dal Consiglio amministrativo almeno un mese prima che decorra il termine fissato pel pagamento mediante la gazzetta ufficiale di Vienna, Venezia, Milano, Firenze, nel Moniteur di Parigi e nel Times di Londra, come dovrà farsi in generale mediante i detti giornali ogni pubblicazione che riguardi i possessori di azioni.

§ 12. Qualora il pagamento non venga effettuato nel termine prefisso, la Società è autorizzata a vendere le azioni, per le quali non furono eseguiti i versamenti in tempo debito. A tal uopo però devono essere pubblicati i numeri delle dette azioni colla indicazione delle conseguenze derivanti dal trascurato pagamento, mediante le gazzette indicate nel § 11.

Entro 30 giorni dopo tale pubblicazione (i quali sono da calcolarsi dall'ultimo giorno in cui seguì la relativa inserzione nei diversi giornali), può il moroso effet-

tuare posticipatamente il versamento, pagando in pari tempo gli interessi di mora del 5 per 100. Qualora ciò non avvenga, la Società è autorizzata senza darne avviso od altra formalità, a far vendere mediante sensali di borsa alle borse di Vienna, Milano, Parigi o Londra tutto in una volta o a varie riprese duplicati di azioni per conto e pericolo del moroso.

§ 13. Le azioni vendute saranno invalide, e si consegneranno ai compratori nuove polizze di azioni, portanti lo stesso numero delle azioni divenute invalide. L'importo ritratto dalla vendita verrà impiegato, dedotte le spese e gli interessi, in primo luogo a coprire i versamenti non ancora fatti; l'eventuale sopravanzo spetta all'antecedente proprietario delle azioni.

§ 14. Le azioni non sono un oggetto di valido commercio, se non è annotata sulle medesime la regolare conferma di tutti i versamenti scaduti.

§ 15. Col versamento completo del capitale l'azionista è esonerato da ogni ulteriore obbligo di pagamento. Contro la volontà dell'azionista, non si possono chiedere pagamenti suppletorj.

§ 16. Qualora una polizza interinale o di deposito, una azione od un *coupon* venisse smarrito, distrutto o trafugato, si dovrà chiederne l'ammortizzazione al competente Tribunale.

Capo III.

Gestione degli affari della Società.

§ 17. La Società viene rappresentata:

a) dalla Adunanza generale degli azionisti;

b) dal Consiglio amministrativo.

A. *Adunanza generale degli azionisti.*

§ 18. L'Adunanza generale costituita in conformità agli Statuti decide sugli affari riservati esclusivamente alla medesima, oppure su quegli oggetti che dal Consiglio amministrativo vengono sottoposti alla di lei decisione; ed è in ciò limitata soltanto dalle generali prescrizioni di legge e dalle disposizioni degli Statuti. Alle decisioni pronunciate dalla Adunanza medesima entro i detti limiti deve assoggettarsi ogni azionista.

§ 19. Alla sfera d'efficienza dell'Adunanza generale appartengono esclusivamente:

a) la nomina dei consiglieri di amministrazione o la conferma della elezione provvisoria fatta giusta il § 37 di membri del Consiglio amministrativo, e la determinazione degli emolumenti dei medesimi;

b) la revisione e l'approvazione dei conti annuali;

c) la determinazione dei dividendi annui;

d) la decisione sulla costruzione di quelle ferrovie che non sono da costruirsi già in base alla Convenzione 14 marzo 1856 ed alla Concessione 17 marzo 1856; e sull'appalto od acquisto di strade ferrate;

e) l'aumento del fondo sociale mediante l'emissione di nuove azioni e mediante l'assunzione di prestiti;

f) la disposizione del fondo di riserva pel caso dello scioglimento o dell'estinzione della Società, come pure pel caso che le strade ferrate venissero riscattate dagli Eccelsi Governi dopo il termine di almeno 30 anni;

g) le modificazioni degli Statuti, o supplementi ai medesimi; finalmente:

h) lo scioglimento della Società prima del termine dell'anno 1948, o la continuazione della medesima oltre il detto termine.

Per l'esecuzione delle decisioni indicate sub *e*), *g*), e *h*) si dovrà invocare l'approvazione Sovrana.

§ 20. L'Adunanza generale si riunirà ogni anno a Vienna nel mese di maggio, ma anche fuori della detta epoca ogni qualvolta il Consiglio amministrativo lo ritenga necessario.

§ 21. La convocazione della Adunanza generale verrà pubblicata nei giornali (§ 11) almeno 30 giorni prima della riunione della medesima.

§ 22. Ogni qualvolta verranno rassegnati per la decisione alla Adunanza generale oggetti diversi da quelli accennati nel § 19, *a*), *b*), *c*), sarà da pubblicare sempre anche il programma degli affari da trattarsi, ed in tal caso tranne che sopra gli oggetti suaccennati, non si potrà decidere in modo obbligatorio per la Società sopra verun altro affare che non sia compreso nel programma.

§ 23. All'Adunanza generale possono intervenire soltanto azionisti che posseggano almeno 40 polizze interinali od azioni, e che abbiano depositato le medesime presso una delle casse indicate nel § 11 non più tardi di 14 giorni prima della riunione della Adunanza generale.

§ 24. L'azionista che vuole prender parte alle deliberazioni, deve o comparire personalmente o farsi rappresentare da un altro azionista capace di votare (§ 23) e munito di procura, con cui questi dovrà legittimarsi, e che dovrà essere emessa secondo un formolare stabilito dal Consiglio amministrativo.

Soltanto i legali rappresentanti di minorenni o soggetti a curatela, capi di un comune, di una corporazione o di un pubblico stabilimento potranno deliberare e votare senza essere azionisti essi stessi.

§ 25. La votazione si fa pubblicamente, qualora 20 membri non chiedano la votazione secreta. Le elezioni si fanno mediante schede.

§ 26. Il possesso di ogni 40 azioni dà diritto ad un voto. Un azionista non può però riunire in sè più di 10 voti per sè stesso, e non più di 20 voti per sè ed in pari tempo come procuratore di un altro azionista capace di votare.

§ 27. Le decisioni dell'Adunanza generale verranno prese mediante pluralità assoluta di voti in tutti i casi in cui non è disposto altrimenti in questi Statuti. Esse sono valide soltanto allorquando siano presenti almeno 30 azionisti o procuratori, e gli azionisti presenti rappresentino la 20.ª parte del fondo sociale.

§ 28. Se però si tratta di decidere sopra gli oggetti accennati nel § 19 lett. *d*) sino ad *h*), è necessaria una maggioranza di voti di due terzi dei membri presenti. Questi devono essere nel numero di almeno 40, e rappresentare almeno la 10.ª parte del fondo sociale.

§ 29. Qualora non si possano adempiere le condizioni fissate nei §§ 27 e 28 per la validità di una decisione, si dovrà convocare di nuovo un'Adunanza generale, la quale senza riguardo al numero degli azionisti comparsi e delle azioni ad essi appartenenti deciderà validamente.

Non si può però prendere una decisione che sopra gli oggetti che erano all' ordine del giorno nell'ultima Adunanza generale.

Questa seconda convocazione si fa nel modo prescritto nel § 21 coll'osservazione che la nuova Adunanza deciderà senza riguardo al numero degli azionisti intervenuti e delle polizze interinali od azioni ad essi appartenenti. Il tempo tra la pubblicazione e la riunione viene limitato a 20 giorni.

§ 30. La presidenza nell'Adunanza generale spetta al Preside o al Vicepreside del Consiglio amministrativo; oppure, nel caso di loro impedimento, al membro destinato dal Consiglio amministrativo a sostituirli.

Lo scrutinio di voti verrà affidato ai due azionisti i più interessati, e pel caso, che questi vi si rifiutassero, ai più interessati dopo di loro.

§ 31. Le decisioni dell'Adunanza generale verranno assunte in un protocollo redatto dal Segretario, firmato dal Preside, dai due scrutatori dei voti e dal Segretario, e vidimato dall' I. R. Commissario. Il rapporto e le decisioni dell'Adunanza generale che soggiaciono all'approvazione governativa, verranno stampati e pubblicati.

B) *Consiglio amministrativo.*

§ 32. Il Consiglio amministrativo è fornito dei più ampi poteri per l'amministrazione degli affari della Società.

Sta particolarmente nelle sue attribuzioni:

a) di fare le sue proposte all'Adunanza generale sopra gli affari, la cui decisione fu nel § 19 riservata esclusivamente alla medesima;

b) di eseguire o far eseguire le decisioni dell' Adunanza generale;

c) di approvare od anche conchiudere esso stesso contratti di ogni sorta, come pure compere o riscatti di fondi o di edifizj che sono necessarj per l'esecuzione e per l'esercizio delle strade ferrate, o vendite di immobili che sono superflui per gli scopi suindicati; di ordinare o di fare esso stesso l'acquisto di scorte, la compera di tutti i materiali, macchine ed altri oggetti che sono necessarj all'esercizio;

d) di far valer diritti nella via giudiziaria, oppure assoggettarli alla decisione arbitramentale, di conchiudere qualunque transazione;

e) di accordare in via condizionata od incondizionata lo scioglimento di interpetti giudiziarj e la cancellazione d' inscrizioni ipotecarie;

f) di stabilire l'impiego del denaro disponibile, di disporre ed accordare la compra, l'alienazione o la trascrizione di carte di valore della Società, e di rilasciare ogni sorta di quitanze;

g) di stabilire la gestione del fondo di riserva;

h) di stabilire o di modificare a norma delle disposizioni contenute negli atti di concessione e nell'aggiunto capitolato le competenze di tariffa ed il loro modo di esazione e di attivare le relative pratiche;

i) di emettere tutte le disposizioni relative all'organizzazione del servizio e dell' esercizio;

k) di nominare e dimettere tutti gli agenti ed impiegati della Società, di determinare la loro sfera di efficienza ed i loro emolumenti. Nel conferimento di posti di servizio, in quanto i medesimi si riferiscano alle strade ferrate del Regno Lom-

bardo-Veneto, la Società dovrà, a norma dell'Ordinanza Sovrana 19 dicembre 1853, aver riguardo di preferenza ad aspiranti militari qualificati.

l) di trasferire ad altri le sue attribuzioni in parte od interamente riguardo ad uno od a parecchi determinati affari;

m) di rappresentare la Società in tutti i suoi interessi in confronto di terzi.

§ 33. Il Consiglio amministrativo istituirà una Direzione generale, la cui sede sarà in Verona. In un apposito regolamento, che dovrà essere emanato dal Consiglio amministrativo coll'approvazione dell'Amministrazione dello Stato, verranno determinate le facoltà della Direzione generale, come pure i rapporti della medesima verso il Consiglio amministrativo in Bologna e verso i Consigli amministrativi residenti nel Regno Lombardo-Veneto.

§ 34. I documenti emessi dal Consiglio amministrativo avranno forza di prova in confronto della Società soltanto allorquando siano firmati dal Preside o dal di lui sostituto, indi da un membro del Consiglio amministrativo e da un impiegato dirigente, e muniti del sigillo della Società.

§ 35. Il Consiglio amministrativo è composto di 30 membri, 16 dei quali devono essere sudditi austriaci, ed almeno undici abitanti in Vienna; cinque poi devono appartenere agli Stati, per i quali passa la ferrovia centrale. Questi ultimi formano il Consiglio amministrativo indicato nel § 11 della Concessione 17 marzo 1856, il quale risiederà a Bologna, e la cui sfera di efficienza verrà fissata nel Regolamento da emanarsi coll'approvazione dell'Amministrazione dello Stato.

§ 36. L'Adunanza generale nomina i membri del Consiglio amministrativo. La durata del loro ufficio è fissata a 6 anni. Ogni anno cessano cinque di essi, ed i membri cessati possono essere rieletti. Ogni consigliere amministrativo deve possedere 100 azioni. Queste non possono venire alienate durante la di lui carica, e devono essere depositate presso una delle casse indicate nel § 11.

§ 37. Qualora un membro del Consiglio amministrativo cessi di coprire la sua carica, il Consiglio amministrativo nomina provvisoriamente sotto le condizioni e prescrizioni indicate nei §§ 36 e 41 un sostituto; e tale nomina dev'essere sottoposta all'approvazione della prossima Adunanza generale.

Il sostituto rimane in carica soltanto finchè avrebbe dovuto rimanervi il di lui predecessore.

§ 38. Il Consiglio amministrativo sceglie ogni anno dal suo seno un Preside ed un Vice-Preside, che possono essere sempre rieletti.

§ 39. In mancanza del Preside e del Vice-Preside, il Consiglio amministrativo destina un membro che li deve sostituire nella presidenza.

§ 40. I consiglieri amministrativi che non risiedono a Vienna, e che non intervengono personalmente alla seduta, possono farsi rappresentare da un membro del Consiglio amministrativo, oppure spedire il loro voto in iscritto.

Un consigliere amministrativo può essere procuratore soltanto di un altro consigliere amministrativo.

§ 41. Il Consiglio amministrativo si riunisce nel luogo di residenza della Società sopra invito del Preside ogni qualvolta l'interesse della Società lo richieda. Nel primo martedì d'ogni mese devesi però tenere una seduta, nella quale devonsi discutere tutti gli oggetti importanti, qualora per la loro urgenza non richieggano una decisione immediata. Si decide a pluralità assoluta dei voti dei membri presenti o rap-

presentati da procuratori, e dei voti eventualmente spediti dai membri assenti giusta il § 40. Essendovi parità di voti, decide il voto del Preside. Per la validità delle trattazioni è necessario che vi siano personalmente presenti almeno 5 membri sotto la presidenza del Preside o del suo sostituto in conformità agli Statuti (§ 39), e che siasi osservata la prescrizione del § 42. Nel caso che siano presenti 5 membri è necessaria per una decisione l'unanimità di voti. Anche negli altri casi la presa decisione è valida soltanto qualora abbiano aderito alla medesima almeno cinque consiglieri amministrativi.

§ 42. I consiglieri amministrativi residenti in Vienna verranno chiamati ad ogni seduta del Consiglio amministrativo mediante inviti nei quali saranno indicati gli oggetti della conferenza. Ai consiglieri amministrativi non dimoranti a Vienna verranno spediti almeno 12 giorni prima della seduta da tenersi mensilmente, giusta il § 41, inviti coll' indicazione degli oggetti da discutersi, ed alla più lunga entro 8 giorni dopo che si sarà tenuta la conferenza i protocolli in copia, i quali per la loro validità dovranno essere firmati dal Presidente, da un secondo membro del Consiglio amministrativo e dal protocollista.

§ 43. I consiglieri amministrativi riceveranno marche di presenza, oppure un corrispondente compenso. L'Adunanza generale determina il valore delle dette marche o l' importo del compenso.

§ 44. I consiglieri amministrativi sono del pari che ogni altro mandatario responsabili per le decisioni prese, in conformità agli Statuti.

Capo IV.

Conto annuale, interessi, dividendi, fondo di riserva, ammortizzazione.

§ 45. Il denaro che verrà incassato mediante i versamenti d' azioni, come pure mediante l'emissione di obbligazioni, sarà da impiegarsi anzi tutto nell'adempire gli obblighi di pagamento stabiliti nella Convenzione 14 marzo 1856 e nella Concessione 17 marzo 1856; indi nella costruzione ed interno ordinamento delle strade ferrate ivi indicate.

Fintanto che sono da costruirsi le dette strade ferrate, si potranno anche prelevare sui fondi suaccennati gl' interessi del 5 per cento sul versato capitale d'azioni, come pure gli interessi delle emesse obbligazioni.

§ 46. Il conto annuale verrà chiuso il 31 dicembre d'ogni anno, e rassegnato unitamente ai ricapiti relativi all'Adunanza generale per la revisione ed approvazione. Detratte le spese di manutenzione e di esercizio, gli ottenuti redditi netti sono da impiegarsi:

a) anzi tutto ad interesse, e a norma delle contratte obbligazioni di prestito nel riscatto delle emesse obbligazioni;

b) al pagamento degl' interessi del 5 per cento del capitale di azioni;

c) nell' estinzione del capitale di azioni.

§ 47. Per l'ammortizzazione delle azioni devesi prelevare sui redditi netti almeno un quinto per cento del versato capitale di azioni. L' ammortizzazione delle azioni incomincerà un anno dopo il compimento delle strade ferrate indicate negli atti di concessione.

§ 48. Le azioni da ammortizzarsi verranno destinate mediante l'estrazione a sorte, che si eseguirà annualmente all'epoca fissata dal Consiglio amministrativo e nel modo da esso ordinato. I numeri delle azioni estratte verranno pubblicati secondo il § 11. A misura che verranno estinte le azioni, cesserà la garanzia per gl' interessi delle azioni stesse accordata alla Società a tenore degli atti di concessione del 14 e 17 marzo 1856.

§ 49. I possessori delle azioni estratte a sorte ricevono oltre al capitale delle azioni effettivamente pagato un viglietto di rendita al portatore, il quale tranne gl' interessi del 5 per cento del capitale di azioni conferisce diritti eguali a quelli dei possessori delle azioni non ammortizzate sui sopravanzi dell'annuo reddito netto. Il formolare del viglietto di rendita sarà da rassegnarsi per l'approvazione al Ministero dell'Interno.

§ 50. Ciò che resta, detratte le spese indicate nel § 46, devesi impiegare in primo luogo all'estinzione degl' interessi delle eventuali anticipazioni fatte dai Governi, ed all' estinzione delle anticipazioni stesse, a norma degli obblighi stabiliti nella Convenzione 14 marzo 1856, nella Concessione 17 marzo 1856, e rispettivamente nella Convenzione primo maggio 1851.

§ 51. Sull'annuo sopravanzo che resterà, secondo le disposizioni dei §§ 46 e 50 è da prelevarsi almeno il 5 per cento allo scopo di formare un fondo di riserva.

§ 52. Qualora il fondo di riserva abbia raggiunto l' importo di 6 milioni di lire austriache, si può cessare dal detto risparmio; devesi però di nuovo riprenderlo, tosto che il fondo di riserva discenda sotto il predetto importo.

§ 53. Il fondo di riserva è destinato a sostenere le spese imprevedute ed a completare il reddito ove questo non raggiungesse il 5 e un quinto per cento. Ogni altra erogazione è assolutamente vietata fino a che dura la Società.

§ 54. Sull' importo che rimane dopo tolto il quoziente del fondo di riserva verrà prelevata una quota a favore dei consiglieri amministrativi.

L'Adunanza generale fissa per la durata di 5 in 5 anni l' importo della detta quota colla quale vengono bonificate le marche di presenza od i compensi accordati al Consiglio amministrativo nel § 43.

§ 55. Il residuo dei redditi viene distribuito come dividendo in parti eguali fra i possessori delle azioni estinte e non estinte.

§ 56. Il pagamento degli interessi e dei dividendi, il rimborso delle azioni ammortizzate, l'emissione di viglietti di rendita si fa presso le casse indicate nel § 11.

§ 57. I dividendi, indi gli interessi di azioni, che non furono levati entro il termine di 5 anni, come pure i capitali di azioni estratte a sorte, ed i viglietti di rendita, che non furono levati entro 30 anni, decadono a favore della Società.

Capo V.

Controversie, sorveglianza.

§ 58. Tutte le controversie sull'applicazione e sull'esecuzione degli Statuti e sulle obbligazioni che ne derivano per tutti gli azionisti, sono da decidersi da un giudizio arbitramentale. L'ordinaria via civile ne è esclusa.

§ 59. Nella trattazione arbitramentale saranno da osservarsi le disposizioni prescritte nei §§ 56, 57, e 58 della Convenzione 14 marzo 1856.

§ 60. L'Amministrazione dello Stato farà esercitare a mezzo di un I. R. Commissario il diritto di sorveglianza ad essa spettante. Al detto Commissario spetta il diritto di prendere ispezione della gestione degli affari. Egli deve vegliare che la Società non ecceda i limiti delle Concessioni, e che essa osservi esattamente le disposizioni degli Statuti come pure le prescrizioni generali.

Questa disposizione deve valere indipendentemente dalle norme contenute nella Convenzione 14 marzo 1856 e nella Concessione 17 marzo 1856 relativamente alla sorveglianza della Società.

Disposizioni provvisorie.

§ 61. In via di eccezione alla disposizione contenuta nel § 19, lett. *e*), il primo consigliere amministrativo è autorizzato ad assumere un prestito di 50 milioni di lire austriache per le strade ferrate del Lombardo-Veneto, e ad eseguire l'operazione finanziaria per la strada ferrata dell' Italia Centrale accennata nel § 9 della Concessione 17 marzo 1856.

§ 62. Invece delle quote prescritte nel § 54 vengono assegnate pei primi 6 anni 200,000 lire austriache all'anno.

§ 63. In via di eccezione delle disposizioni contenute nel § 36 vengono nominati pei primi sei anni i consiglieri amministratori i Signori . . . . i quali deviando dalla disposizione del § 38 nominano . . . . a Preside, ed il Duca di Galliera a Vice-Preside, e contemporaneamente Preside del Consiglio amministrativo in Bologna.

§ 64. Onde determinare l'ordine da osservarsi nell'elezione dei consiglieri amministrativi a mente del § 36, si stabilisce che alla fine del sesto e settimo anno deporranno la carica ogni volta cinque dei consiglieri amministrativi dimoranti in Vienna; riguardo a che deciderà tra di loro la sorte; alla fine dell' ottavo anno i cinque consiglieri amministrativi dimoranti nel Regno Lombardo-Veneto; alla fine del 9.° anno i cinque consiglieri dimoranti nell'Italia centrale; alla fine del decimo anno cinque ed alla fine dell'undicesimo anno quattro dei consiglieri amministrativi abitanti in Parigi e Londra (su di che i medesimi dovranno tra di loro decidere), e l'eletto Preside del Consiglio amministrativo.

Qualora nel tempo intermedio avvenisse il caso preveduto dal § 37, il membro da eleggersi di nuovo dovrà abitare nello stesso luogo in cui abitava il membro cessato. Verificatosi in tal modo il turno dei consiglieri amministrativi, dovrà valere per l'avvenire senza limitazione la disposizione dei §§ 36 e 37.

§ 65. Ai fondatori della Società resta riservato il diritto di farsi risarcire le spese che sino all'epoca in cui la Società stessa entrò in attività, occorsero per le diverse imprese di cui ottennero concessione.

Concessione della Strada Ferrata Centrale italiana.

In nome dei cinque eccelsi Governi segnatarj della Convenzione di Roma primo maggio 1851, i sottoscritti Rappresentanti con speciali e straordinarj poteri:

per la Santa Sede:

Conte Gaetano Zucchini, Consigliere ordinario di Stato di Sua Santità;

per l'Austria:

Conte Antonio Paulovich, I. R. Consigliere ministeriale;

per gli Stati di Modena e di Parma:

Conte Teodoro Bayard de Volo, Ciambellano di S. A. R. il Duca di Modena;

e per la Toscana:

Giuseppe Mantellini, Avvocato Regio e Direttore delle riformazioni del Gran Ducato di Toscana;

Dopo aver preso in maturo esame un relativo progetto già presentato da S. E. il Marchese Rafaello de Ferrari, Duca di Galliera, danno, trasferiscono e concedono al prefato signor Duca come Mandatario dei signori Concessionarj delle strade di ferro Lombardo-Venete il diritto di costruire e di attivare nel proprio interesse e a loro spese, rischio e pericolo la Strada Ferrata Centrale Italiana ai seguenti patti e condizioni:

§ 1. La Strada Ferrata Centrale Italiana dovrà partirsi dalla sponda destra del Po presso Piacenza per congiungere con la linea più retta e normale questa città con Parma, Reggio, Modena e Bologna, donde per la valle del Reno attraverserà l'Appennino per quindi incontrare a Pistoja le strade ferrate toscane. Un braccio della stessa strada dovrà inoltre staccarsi da Reggio e, toccata Guastalla e Luzzara, passare con apposito ponte il Po a Borgoforte, dove anderà a immettere nelle strade ferrate lombardo-venete per Mantova.

§ 2. Agli effetti del presente atto di Concessione la strada centrale dovrà ritenersi divisa in tre tronchi principali:

Il primo dalla sponda destra del Po presso Piacenza fino a Bologna, compresa la stazione in quest' ultima città;

il secondo da Bologna a Pistoja, compreso il necessario aumento della stazione già esistente in quest'ultima città in servizio delle strade ferrate lucchesi e della Maria Antonia, e una nuova stazione da ivi destinare a esclusivo servizio della centrale;

il terzo da Reggio alla sinistra sponda del Po fino all'incontro delle lombardo-venete per Mantova.

§ 3. Il primo tronco dovrà esser messo in piena attività pel trasporto dei viaggiatori e delle merci dentro tre anni, il secondo dentro cinque ed il terzo dentro sei anni dal 1.° luglio 1856, con facoltà nei signori Concessionarj di consegnare definitivamente ultimate le stazioni del primo e del secondo tronco dentro i sei anni assegnati al compimento del terzo.

§ 4. Sarà nell' obbligo dei signori Concessionarj di costruire la strada, di corredarla di tutte le opere accessorie, di fornirla di tutto il materiale mobile occorrente al suo esercizio, di tenerla in perfetto stato di manutenzione e d'esercitarla di maniera che se ne ricavino tutti quei materiali vantaggi che i Governi interessati sono nel diritto di ripromettersi da un'opera così grandiosa.

§ 5. A garanzia dell' esatto adempimento degli obblighi come sopra assunti il signor Duca di Galliera, in nome dei signori Concessionarj, promette di depositare dentro luglio prossimo venturo presso l'Uffizio permanente di Modena, in tante obbligazioni delle Lombardo-Venete, un valore effettivo secondo il corso d'allora di cinque milioni di lire italiane da restituirsi appena attivato il primo tronco della Centrale, che rimarrà vincolato per la stessa garanzia.

§ 6. L'opera di che si tratta essendo già stata dichiarata nei cinque Stati di pubblica utilità, a tutti gli effetti i signori Concessionarj goderanno del diritto della espropriazione coatta dei terreni e delle fabbriche investite dalla linea o dalle sue opere accessorie con sottostare all'obbligo di soddisfare alle indennità verso i terzi stabilite dalle regole e secondo le procedure vigenti nei cinque Stati.

§ 7. Sono mantenuti ai signori Concessionarj benefizj e privilegj inseriti nell'articolo V, lettere *a*, *b*, *d* della Convenzione di Roma del 1.° maggio 1851.

§ 8. Tenuto fermo il disposto dell'art. 24 dell' indicata Convenzione di Roma, i signori Concessionarj avranno altresì, a condizioni uguali, una preferenza sopra gli altri concorrenti per la concessione d'altre strade ferrate che in alcuno dei territorj dei cinque Stati andassero a congiungersi con la Centrale, salvi però e rispettati i preesistenti impegni che relativamente a ciò si fossero già assunti dai rispettivi Governi.

§ 9. I signori Concessionarj sono autorizzati a combinare l'operazione finanziaria per raccogliere il capitale occorrente all' impresa su quelle basi e sotto quelle forme che riputeranno del loro interesse. I titoli per altro rappresentativi il Capitale della Centrale saranno contraddistinti da quelli delle Lombardo-Venete, e la emissione ne sarà regolata per modo che in interesse e in fondo di ammortizzazione non giungano mai a superare l' annualità garantita come rendita minima della strada dal successivo articolo 18.

§ 10. I titoli così emessi godranno ugualmente in tutti gli Stati dei Governi contraenti le garanzie, prerogative e facilità che si accordano rispettivamente ai titoli delle Società indigene, conforme è detto nell'articolo 21 della Convenzione di Roma primo maggio 1851.

§ 11. In una città d'alcuno dei cinque Stati dovrà dai Concessionarj istituirsi un apposito Consiglio di Direzione o di Amministrazione per la Centrale Italiana, composto del signor Duca di Galliera e di altre due persone interessate nella impresa. Quando il Consiglio non risieda in Modena, dovrà tenervi una Direzione o Rappresentanza munita dei necessarj poteri per mantenersi nei rapporti prestabiliti con la Commissione internazionale e col di lei uffizio permanente.

Tanto la nomina del Consiglio di Direzione e di Amministrazione che de' suoi Rappresentanti in Modena dovrà essere officialmente partecipata all' uffizio permanente, non più tardi del 30 giugno prossimo venturo.

§ 12. L' Amministrazione e la Contabilità della strada ferrata Centrale Italiana dovranno essere con la maggiore accuratezza tenute distinte da quelle delle Lombardo-Venete, per trattarsi di negozj separati e ne' quali i Governi concedenti non hanno l' istesso interesse; talchè l' effetto sia che in qualunque epoca e per ogni occorrenza sia dato rilevare la spesa della costruzione, attivazione ed esercizio della Centrale Italiana separatamente da quelle delle Lombardo-Venete, comunque tanto l'una che le altre vadano a condursi da una medesima Società.

§ 13. La Commissione internazionale dei cinque Governi conserva le sue attribuzioni quali appariscono definite agli articoli 5, 8, 12, 16, 22, 23 della Convenzione di Roma con dovere col mezzo di essa Commissione o del suo Uffizio permanente di Modena passare tutti i rapporti dipendenti dall'atto presente fra i cinque eccelsi Governi ed il rappresentante dei signori Concessionarj.

§ 14. Dentro il 30 giugno prossimo venturo i signori Concessionarj col mezzo di loro Mandatario debitamente accreditato all'Ufficio permanente in Modena della Commissione internazionale, riceveranno dal Comitato della Società che cessa, ma sotto l'ispezione dell'Uffizio permanente la consegna delle opere, degli stabili occupati, materiali, mobili, studj e generalmente di tutto l'attivo dell'Amministrazione passata che viene a esser loro trasferito nello stato in cui sarà in allora per ritrovarsi, escluso il resto di cassa. Quanto alle espropriazioni rimangono a carico dei nuovi Concessionarj le conseguenze delle liquidazioni scadenti.

§ 15. Dentro lo stesso termine del giugno i signori Concessionarj depositeranno nella cassa della R. Depositeria in Firenze lire italiane sei milioni e ottocento quarantamila in effettivo contante per stare a disposizione della Commissione internazionale, con la qual somma e col resto di Cassa dell'Amministrazione che cessa saranno saldati i lavori eseguiti, ritirate le obbligazioni (*debentures*) sotto garanzia dei Governi accordate in parziale pagamento agli accollatarj, rimborsate le Azioni, e disinteressato il Comitato della Società disciolta.

§ 16. Appena pagate le somme di che nel precedente articolo, i nuovi Concessionarj rimarranno affatto liberi ed esenti da ogni risponsabilità per gli atti della precedente Amministrazione e per le conseguenze, dalle quali saranno dai cinque eccelsi Governi pienamente affrancati e garantiti.

§ 17. La durata dell'attual Concessione è fissata a tutto l'anno 1948, durante la quale epoca i signori Concessionarj goderanno esclusivamente a ogni altro del diritto di trasportare sulla Strada Centrale viaggiatori e merci per un prezzo a tariffa nel modo che sarà detto nel Capitolato.

§ 18. Quando tutta la Strada Centrale Italiana, come è descritta nell'art. 1.°, sarà messa in piena attività di esercizio pel trasporto dei passaggeri e delle merci, e col necessario corredo delle stazioni, delle opere accessorie, del capitale mobile ecc., i cinque eccelsi Governi segnatarj della Convenzione di Roma garantiscono ai signori Concessionarj per tutta la durata della Concessione, e così a tutto l'anno 1948, che non sarà mai per produrre una rendita annua al netto minore di sei milioni e mezzo di lire italiane, agli effetti e nei termini indicati agli artic. 10, 11, 12, 13 e 14 della Convenzione di Roma suddetta, secondo la interpretazione data negli artic. 42 e 43 del Capitolato.

§ 19. E perchè il riparto fra Stato e Stato dei sei milioni e mezzo di rendita minima della strada garantita dai cinque Governi, deve fra loro regolarsi in base all'articolo 15 del più volte ricordato Trattato di Roma, così i Concessionarj e per essi il loro Consiglio di Amministrazione si metterà più specialmente in grado di esibire all'Uffizio permanente della Commissione le più esatte e documentate dimostrazioni delle spese incontrate nella costruzione ed armamento dei tratti di strada ricorrenti in ciascuno dei cinque Stati, non che del capitale mobile nel suo complesso.

§ 20. Per quanto prima della attivazione della intera linea si devenga ad attivare un tronco di pianura, i Governi degli Stati nel territorio dei quali sia per ricorrere, garantiscono a tutto loro carico, e salvi i compensi e reparti equitativi fra essi, che

non sarà per produrre una rendita annua minore di lire italiane quattordici mila al chilometro. Quando poi si attivasse l'intera linea della sponda destra del Po presso a Piacenza fino a Pistoja, allora gli Stati della Chiesa, di Modena, di Parma e di Toscana garantiscono una rendita minima che stia ai sei milioni e mezzo come il numero dei chilometri della linea attivata, sta a quello della intera Centrale italiana.

§ 21. Ciascuno dei cinque Governi rappresenterà alla scadenza rispettiva in Modena in effettivo danaro contante la quota che sia per fargli debito, onde supplire alla differenza in meno che fosse per verificarsi fra la rendita effettiva della strada e la rendita minima garantita come sopra. E l'I. R. Governo Austriaco assume di garantire per sè e per gli altri Stati che alle epoche convenute le somme necessarie a ripianare quella differenza, saranno effettivamente contate e numerate nella cassa della Commissione per stare a disposizione dei Concessionarj.

§ 22. Decorso l'anno 1888, avranno i cinque Governi il diritto di redimere la Concessione della strada, ben inteso che si risolvano a farlo contemporaneamente, ciascuno pel tratto ricorrente nel suo territorio. In questo caso si terranno a calcolo gli utili netti ottenuti dai Concessionarj nel corso dei sette anni precedenti quello in cui la redenzione sarà effettuata, si dedurranno le due minori annate e si stabilirà il medio utile netto delle altre cinque annate. Se questo medio utile netto eccederà i sei milioni e mezzo di lire italiane, formerà esso l'annualità da pagarsi ai Concessionarj per tutto il tempo necessario a consumare la durata della Concessione, mentre l'annualità stessa sarà determinata da sei milioni e mezzo quando non vengono superati del medio utile ricavato come sopra.

§ 23. La strada ferrata Centrale italiana è considerata tanto nel privilegio che nel suo esercizio come indivisibile, donde è vietato ai Concessionarj di cedere l'uno o l'altro per qualsivoglia titolo anche temporario sopra tronchi parziali.

§ 24. Al termine della Concessione, e così alla fine dell'anno 1948, i Concessionarj dovranno consegnare in buono stato di manutenzione a ciascuno dei 5 Governi interessati e senza alcun loro disborso il materiale immobile interessante il tratto di strada ricorrente dentro il territorio del rispettivo Stato, dovendo il capitale mobile, come macchine, veicoli, attrezzi, provviste ecc., essere agli stessi Concessionarj rimborsato a prezzo di stima.

§ 25. Il modo di costruzione, di mantenimento e di esercizio della strada, i rapporti fra i cinque Governi, la Commissione internazionale e il suo Uffizio permanente, coi Concessionarj e loro Rappresentanti, e generalmente tutto quanto attiene alla presente Concessione rimane sulle basi dell'Atto presente determinato da un Capitolato che ne forma parte integrale.

§ 26. In tutto quello e quanto non è specialmente contemplato e previsto nell'atto presente o nell'annesso Capitolato conserva il suo pieno effetto e vigore la Convenzione di Roma del primo maggio 1851.

I signori Rappresentanti della Santa Sede, d'Austria e Toscana firmano l'atto presente, salva ratifica dei loro Governi, colla speranza in cui sono che vi accederanno i R. Governi di Modena e Parma, il Rappresentante dei quali ha dichiarato d'astenersi dal firmare per sopraggiuntegli istruzioni.

S. E. il Duca di Galliera accetta la Concessione dell'Atto presente in nome dei Signori Concessionarj per le strade ferrate Lombardo-Venete in ordine al Mandato

di Procura del di 14 marzo 1856. S. E. il Duca dichiara per altro annullata questa sua accettazione, se quando dentro un mese da oggi non gli sia comunicata, o al suo domicilio in Parigi, o in Vienna presso la Banca di credito, la ratifica della Santa Sede, Austria e Toscana e l'adesione di Modena e Parma.

Vienna, 17 marzo 1856.

Capitolato della Strada Ferrata Centrale Italiana.

Parte I.

Parte relativa alla costruzione.

Art. 1. L'andamento e direzione generale della strada ferrata Centrale Italiana sarà mantenuto in base di quanto aveva in addietro stabilito con apposite approvazioni dei rispettivi Governi la Commissione internazionale, quando non trattisi di un evidente vantaggio di condizioni, il quale ne renda apprezzabile presso la Commissione suddetta le coerenti proposte di cambiamento. Saranno sottomesse all'approvazione della Commissione la collocazione delle sue stazioni e dei principali suoi ponti, la esecuzione dell' intera opera e delle officine.

Art. 2. In tutta la estensione della strada, meno il passo dell'Appennino, le curve dovranno essere amplissime nè avere in alcun caso un raggio minore di metri 500. Nell'Appennino, e quando siavene l'assoluta necessità, il minimo raggio potrà essere di 300 metri. Quanto allo sviluppo altimetrico si procurerà di ottenere le livellette, ossia le inclinazioni dei varj tronchi di strada, più convenienti, e per quanto sia possibile orizzontali, nè si ammetteranno mai pendenze maggiori di $^1/_{200}$. Solamente nello sviluppo della strada nell'Appennino potrà adottarsi la pendenza fino all'uno in quaranta; e qualora avvenga che dietro accurati studj i Concessionarj credessero proporre anche una più forte pendenza, il progetto sarà presentato alla Commissione internazionale. Se al personale tecnico della detta Commissione il progetto incontrasse delle opposizioni, il relativo giudizio sarà rimesso alla decisione dell' I. R. Direzione centrale per la costruzione delle strade ferrate in Vienna.

Questa Direzione dovrà decidere se l'aumento di pendenza, e il risparmio da ottenersi con questo mezzo nella costruzione delle opere siano compatibili con un servizio regolare nell'esercizio della strada.

Art. 3. L'inclinazione delle scarpe sarà generalmente dell'uno e dell'uno e mezzo di base per uno di altezza, secondo la natura dei terreni e l' elevazione del piano stradale. Nei tratti in roccia, l' inclinazione dei cavamenti sarà stabilito secondo la natura della roccia stessa.

Art. 4. Il ponte sul Po presso Borgoforte non meno che tutti gli altri ponti di maggiore o minore luce, viadotti e chiaviche saranno solidamente costruiti in opera muraria, o in ferro fuso o battuto. Il legname non vi sarà ammesso che nelle opere accessorie.

Ciò intendesi applicato in genere a qualunque manufatto attinente alla strada, salvo di accogliersi i progetti giustificabili da circostanze eccezionali.

Art. 5 Le stazioni, a qualunque classe appartengano, le officine, i magazzini, le casette da guardiano ed ogni altra opera attenente alla strada dovranno essere costruite in perfetta regola d'arte in opere stabili e murarie, e colla maggior solidità;

soddisferanno non solo al bisogno dell'esercizio presumibile, ma anche al decoro dell'impresa e delle città e luoghi cui sono annessi; ciò nonostante potranno essere di semplice architettura.

Art. 6. Le stazioni dovranno essere provviste dei necessarj scambi, piatteforme, rifornitori ed altri attrezzi, e di tutto ciò che occorre al ben regolato servizio della strada, come pure non dovranno mancare i locali per il carico e scarico delle merci, per i servizj doganali, sanitarj, di polizia, ed infine per tutto quanto risguarda un perfetto servizio.

Art. 7. Tutta la strada sarà munita in un numero che prossimamente corrisponda a quello de' chilometri di sua lunghezza, di casette in muramento per uso de' guardiani, composte di camera, cucina e piccolo magazzino. La loro distanza rispettiva sarà maggiore o minore a seconda delle circostanze.

Art. 8. Saranno apposte lungo tutto il piano stradale colonnette di chilometro in chilometro, come suole generalmente praticarsi lungo le strade ferrate.

Art. 9. Ove occorrerà di attraversare o costeggiare colla strada ferrata fiumi, torrenti, canali di irrigazione e navigabili e scoli d'acqua, i concessionarj devono procurare che non sia recato danno al loro corso, nè ai fondi adjacenti, onde evitare giusti reclami per parte dei rispettivi possessori, come devono ristabilire ed assicurare a tutte loro spese quegli alvei che fossero stati tagliati, trattenuti o modificati, e rimanere risponsabili interamente di tutti i suddetti danni derivati dall'inosservanza del presente patto.

Gli acquedotti che per sì fatto oggetto occorresse costruire sotto le strade pubbliche e sotto la strada ferrata saranno di ferro o di opera muraria.

Art. 10. Ovunque la strada ferrata attraverserà strade ordinarie in piano, dovranno eseguirsi le convenienti opere ed apporsi i necessarj cancelli colle guardie incaricate di aprirli e chiuderli secondo il bisogno.

E allorquando la strada ferrata sia più elevata delle strade ordinarie da essa traversate e queste debbano esser rialzate, non si dovrà mai dare alle montate di unione una pendenza maggiore del 5 per cento, restando sempre tutte le spese a ciò necessarie a carico della Società. Ben inteso che per la classificazione delle strade pubbliche cui applicare la presente disposizione si seguirà il praticato in simili casi nel Regno Lombardo Veneto.

Dipenderà dalla Commissione l'approvare quegli allacciamenti che in alcune località, dove le strade da attraversare fossero molto frequenti, potrebbero operarsi senza sensibili allungamenti di cammino e senza grave incomodo e danno degli utenti delle strade stesse.

Art. 11. La separazione della strada ferrata dai fondi adjacenti sarà fatta secondo le diverse località per mezzo di muri, o steccati, o siepi, o fosse arginate. Le fosse dovranno avere almeno la profondità di un metro, e quando ciò non sia praticabile, dovrà oltre la fossa essere posta una siepe od uno steccato.

Art. 12. Quando nel costruire la strada ferrata si arrechi impedimento al sicuro e comodo transito per le altre strade ordinarie che essa avvicina o attraversa, dovranno esser presi a cura e spese della Società i necessarj provvedimenti, come passi provvisorj, ripari od altro.

Art. 13. Nella costruttura delle gallerie sotterranee, dove occorrono pozzi per dar loro aria, questi non dovranno avere l'apertura sopra alcuna pubblica via, e saranno

alla loro bocca superiore contornati di un muro di due metri di altezza, e secondo i casi anche coperti con rete metallica.

Art. 14. Laddove abbisogni cavar terra dai fondi adjacenti per istabilire in riempimento di piano stradale, l'estrazione della terra necessaria a quest'oggetto, non che alla formazione degli argini e di ogni altro qualsiasi ripieno della strada ferrata e sue dipendenze, dovrà essere fatta con regolarità, tanto per rendere possibilmente minore il danno dell'agricoltura, quanto per non dar luogo a ristagni d'acque con pregiudizio della salubrità dell'aria.

Dove siffatti ristagni si verificassero inevitabili, la Società dovrà eseguire a proprio carico tutti i lavori atti a rimuoverli, previ gli opportuni concerti con la Commissione.

Art. 15. Il piano stradale, compresi i ponti, sarà formato per due binari in tutta la strada in pianura e fino al piede dell'Appennino.

Quanto al ponte sul Po presso Borgoforte la determinazione della formazione per semplice o doppio binario sarà rimessa all'approvazione del progetto. Ma nell'Appennino sarà costruito il piano stradale per un solo binario tranne in quei luoghi ove occorreranno sviamenti. La larghezza del piano stradale a due binarj sarà di otto metri da ciglio a ciglio, e quella per un binario solo sarà di cinque metri. La distanza fra l'una e l'altra guida di ferro è stabilita da metri 1,43 a metri 1,45 per accordarsi colle larghezze della careggiata nelle strade esistenti.

Art. 16. L'armamento del piano stradale consisterà in un abbondante letto di ghiaja disposta orizzontalmente, nella quale verranno collocate le traverse di rovere, di castagno, di larice o di pino, con sovrapposte le guide di ferro. Il peso di queste guide non sarà minore di chilogrammi 25 per metro corrente per la pianura, nè di chilogrammi 30 per le pendenze eccedenti l' $^1/_{200}$.

Rispetto poi all'armamento in genere la Società concessionaria sarà in libertà di proporre qualunque altro sistema, purchè corrisponda agli ultimi progressi dell'arte, e che sia stato esperimentato per buono, e la Commissione ne farà soggetto di opportuno esame per decidere se sia da adottare.

Art. 17. Per la prima attivazione tanto dei tronchi parziali che dell'intera linea la Società concessionaria non è obbligata a fornire la strada armata se non che di un solo binario corredandolo per altro degli sviamenti, scambj, piatteforme ed altri mezzi necessarj al pronto e sicuro esercizio della strada ferrata, tanto nelle stazioni di cui al precedente art. 6, quanto nei tratti che saranno destinati al baratto dei treni. I suddetti mezzi saranno per modo disposti che alla circostanza di dover collocare l'armamento del secondo binario occorra meno che possibile alterare e rimuovere ciò che servirà al binario semplice.

La Società sarà in obbligo d'applicare il secondo binario tostochè la strada di rendita propria presenti un risultato netto di italiane Lire 24,000 al chilometro in termine ragguagliato.

Art. 18. Il Concessionario fara alla Commissione la proposta di quel sistema di macchine, carrozze e carri ed altri mezzi di trasporto e di esercizio che crederà di adottare, ben inteso che in quanto alla quantità di simile materiale mobile abbia ad essere corrispondente al movimento ed attività della strada. Sarà accettabile per rispetto alla Centrale quello stesso sistema e quantità proporzionale di materiale mobile che l'I. R. Governo approverà per le strade ferrate da costruirsi contemporaneamente nel Regno Lombardo-Veneto.

Art. 19. Dovranno incominciarsi i lavori della costruzione della strada ferrata Centrale italiana non più tardi del mese di agosto 1856 contemporaneamente non solo in tratti o punti di pianura appartenenti ai varj Stati interessati, ma ben anche nell'Appennino, ogniqualvolta la Società trovi di potersi uniformare agli studj eseguiti dai precedenti Concessionarj.

Art. 20. Non più tardi del mese di giugno p. v. pei lavori da incominciarsi i primi, come nell'articolo precedente, nè del giugno 1857 per tutti gli altri lavori della strada, e in ogni caso pei lavori da intraprender nel frattempo due mesi sempre innanzi di porvi mano si presenteranno dalla Società alla Commissione internazionale i progetti i quali tanto per l'andamento stradale quanto per le stazioni, pei manufatti principali e pei ponti non minori di dieci metri di luce, dovranno comporsi di sviluppi planimetrici ed altimetrici, e di sezioni orizzontali e verticali non meno che di prospetti esterni, ed oltre a ciò di memorie descrittive e giustificative. Per tutte le opere minori si daranno tipi normali. E pel caso che tutti gli studj già esistenti pel passaggio dell'Appennino non siano accettati dai Concessionarj, questi presenteranno i nuovi nel più breve termine possibile, e almeno in parte non più tardi del mese di agosto; per mettersi in grado di riassumere i lavori due mesi dopo l'approvazione. Ai lavori più importanti, come i grandi viadotti ed i trafori, si porrà mano non più tardi di due mesi dopo l'approvazione dei progetti o dopo le convenute loro riforme. Qualunque differimento che derivasse dalle pratiche di cui la Commissione e suo Uffizio sono competenti non implicheranno responsabilità alla Società concessionaria.

Art. 21. I Governi si riserbano di erigere a proprio conto e per loro servizio i telegrafi elettrici lungo la linea stradale; la Società in questo caso avrà l'obbligo di dare comodo nelle stazioni per la residenza dei gabinetti telegrafici, e farà che le persone addette al suo servizio si prestino pure a sorvegliare la manutenzione dei telegrafi medesimi. Corrispettivamente i Governi concederanno alla Società l'uso gratuito dei telegrafi per le comunicazioni interessanti esclusivamente al servizio della strada ferrata, osservate sempre le discipline convenienti.

Art. 22. Si riserbano inoltre i Governi ad autorizzare e fare eseguire acquedotti, canali sì navigabili come di irrigazione e scoli di acqua attraverso i territorj ove è situata la strada ferrata o in luogo vicino o lontano secondo i bisogni del servizio e comodo pubblico. La Società non potrà opporsi a consimili costruzioni nè tampoco richiedere qualsiasi indennità, purchè per esse non risulti impedimento alla circolazione sulla strada ferrata nè alcuna spesa a suo carico.

Art. 23. La strada ferrata non potrà essere messa in attivazione ed in esercizio, ossia aperta all'uso del transito pubblico, se non quando la Commissione dietro accurate e diligenti ispezioni, si sarà accertata che i tratti compiuti presentano la necessaria sicurezza e sono forniti delle opere necessarie al rispettivo esercizio. Tutto ciò dovrà emergere da atto regolare di corrispondente permesso.

Art. 24. Entro un anno dal dì dell'attivazione dell'intera strada al pubblico transito sarà fatta di essa esatta verificazione con regolare inventario, da deporsi nell'archivio della Commissione corredato delle firme della Commissione stessa e dei signori componenti il Consiglio d'amministrazione.

Parte II.

Manutenzione, esercizio, amministrazione.

Art. 25. A carico dei Concessionarj posa la manutenzione della strada ferrata non meno che di tutte le opere accessorie e di tutto ciò che serve al suo servizio; la Commissione quando le piaccia potrà sempre verificare se lo stato e l'ordine di manutenzione siano, come vuolsi, perfetti. Il prodotto dei trasporti si riguarderà come affetto ed obbligato all' onere della manutenzione di cui sopra, sia per la sostanza delle costruzioni, sia per le degradazioni dipendenti dall'uso della medesima.

Art. 26. I Concessionarj proporranno alla Commissione il numero delle corse e quello dei treni ordinarj così nell' intero suo andamento, come nei tratti compresi fra le diverse stazioni.

Art. 27. I Concessionarj sono obbligati ad eseguire in ogni tempo le corse con esattezza e colla prescritta celerità.

Art. 28. Ai Concessionarj è conferito il diritto di percepire il prezzo dei trasporti a tenore della seguente tariffa. Viaggiatori a testa per chilometro

1 Classe, . . .	Cent.	10
2 »	»	8
3 »	»	6

Questa tariffa si potrà aumentare di 20 per cento per i convogli celeri con soli viaggiatori di prima e seconda classe. La velocità di tali convogli non dovrà essere minore di quella degli analoghi convogli sulle strade ferrate austriache.

Mercanzie a piccola velocità per quintale metrico e chilometro:

1 Classe, . . .	Cent.	1
2 » . . .	»	1 $1/2$
3 » . . .	»	2

La moneta di tariffa sarà la lira Italiana ed i pagamenti dovranno sempre farsi in oro ed argento al suo ragguaglio col compimento in erosa od in rame. Il prezzo dei trasporti di qualsiasi altro oggetto, le tasse accessorie, la classificazione delle mercanzie e le condizioni di trasporto saranno fissate conformemente alla tariffa promulgata il 24 gennajo 1852 dalla Direzione della ferrata Sud-Est Austriaca ragguagliandola al valore della lira Italiana.

Art. 29. I prezzi di trasporto portati dalle tariffe saranno calcolati in ragione di chilometro senza riguardo alle frazioni, sicchè ogni chilometro cominciato sarà considerato come finito. Il ponte sul Po a Borgoforte nei riguardi della tariffa verrà parificato a cinque chilometri. Per ciò che si riferisce al peso delle mercanzie si terranno a calcolo i ventesimi dei mille chilogrammi, cosicchè ogni peso minore di chilogrammi cinquanta pagherà in ragione di cinquanta chilogrammi, ogni peso compreso fra i cinquanta ed i cento pagherà in ragione di cento, e così di seguito.

I viaggiatori potranno avere con loro un bagaglio di peso non maggiore di venti chilogrammi, senza andare soggetti ad alcun aumento di spesa.

Art. 30. Le tariffe accennate nei precedenti due articoli costituiscono un limite che non potrà essere oltrepassato senza autorizzazione della Commissione internazionale. Quando per altro l'abbassamento di tariffa introdotto dalla Società nuocesse al migliore complessivo prodotto della strada, allora la Commissione avrà la facoltà di richiedere lo ristabilimento delle tariffe precedenti o la fissazione di un termine medio fra le precedenti e l'abbassamento introdotto. Lo stesso dicasi per le facilitazioni che venissero richieste dagli speditori o appaltatori di trasporti, le quali quando sotto date condizioni venissero accordate ad alcuno dovranno accordarsi a chiunque altro accetti identiche condizioni, sicchè mai si accordino favori individuali.

Art. 31. Qualsiasi tentativo diretto a defraudare i concessionarj di quanto loro è dovuto per trasporto di merci o viaggiatori, ogni falsa dichiarazione di qualità o di peso, come pure l'agglomeramento in un solo invio di articoli appartenenti a classi o persone diverse sarà punito col pagamento della triplice tassa, senza pregiudizio delle pene comminate dalle vigenti leggi.

Art. 32. Le tariffe per i trasporti sulla strada ferrata dovranno rimanere costantemente affisse in tutte le stazioni, in luogo ben visibile, come vi saranno affisse parimenti le tariffe di ragguaglio delle monete locali a lire italiane, e quelle dei pesi dei rispettivi Stati percorsi, a peso metrico.

Art. 33. In caso di incarimento straordinario di vettovaglie potrà la Commissione internazionale stabilire su quelle derrate la riduzione temporaria delle tariffe di trasporto fino ad $^1/_2$ centesimo di lira italiana per chilometro e quintale metrico.

Art. 34. I funzionarj pubblici incaricati della sorveglianza della strada e del controllo delle relative gestioni, qualora con apposita carta loro rilasciata dall'Uffizio della Commissione giustifichino la loro qualità officiale, verranno trasportati gratuitamente.

Art. 35. I concessionarj sono obbligati a trasportare gratuitamente co' loro convogli ordinarj, tutte le volte che l'Amministrazione delle Poste lo richiegga, in un apposito vagone postale i dispacci, pacchi e corrispondenze postali non meno che gli impiegati di servizio, con dovere, almeno in un convoglio per giorno, regolare le corse e le fermate in modo che possa lungo la linea essere disimpegnato il servizio postale.

Art. 36. I trasporti militari saranno effettuati a prezzo ridotto: cioè pei militari dal sergente abbasso la metà della tassa di terza classe. Ogniqualvolta l'Amministrazione militare di uno degli Stati cointeressati farà trasportare sulla strada di ferro o truppe od effetti militari, pagherà un terzo della tariffa ordinaria. Pel trasporto di oggetti non classificati nella tariffa l'Amministrazione militare pagherà solo i prezzi di tariffa stabiliti per le mercanzie di seconda classe.

Eguali facilitazioni sono applicabili per gli arrestati e per gli individui della forza pubblica che li hanno in custodia da trasportare in compartimento separato, in guisa che siavi la necessaria sicurezza.

Art. 37. I concessionarj nella percorrenza della strada ferrata Centrale Italiana godranno l'esenzione del porto per le lettere e pacchi risguardanti il loro servizio e le operazioni che ne derivano, come pure la loro corrispondenza sotto fascia colle pubbliche autorità dei varj Stati interessati colla Commissione internazionale e coll'Uffizio permanente.

Art. 38. Con espressi regolamenti sarà in seguito provveduto all'esercizio, alla polizia, alla sicurezza del transito ed alla conservazione della strada ferrata ed opere accessorie. Le spese tutte inerenti alla esecuzione dei regolamenti che hanno immediato rapporto colla manutenzione, esercizio ed amministrazione della strada ferrata saranno a carico dei concessionarj.

Art. 39. Se per la mancata vigilanza e precisione di servizio negli agenti dei concessionarj accadessero infortunj, saranno inflitte le penali che le leggi locali stabiliscono.

Art. 40. Con la garanzia di una rendita netta di Ital. L. 6,500,000 che assumono gli Stati contraenti verso i concessionarj, come all'articolo 18 dell'Atto principale di concessione, non resteranno mai esposti ad altre conseguenze che a quelle di pagare la sola differenza che si verifichi fra le rendite nette realizzate coll'esercizio della strada ferrata Centrale e la suavvertita somma complessiva di italiane Lire 6,500,000.

Ciò deve intendersi analogamente applicato ai casi delle provvisorie garanzie pei tronchi speciali. Ogni esuberanza di utili netti a confronto delle somme garantite, detraendovi prima quanto competa ai Governi in coerenza dell'art. 14 della Convenzione di Roma 1.° maggio 1851, andrà a benefizio dei concessionarj.

Art. 41. Fermo stante il disposto dell'articolo 12 della Convenzione di Roma quanto alla presentazione dei preventivi delle spese d'esercizio, il Consiglio d'amministrazione esibirà tre mesi prima della scadenza dei pagamenti degli interessi i conti delle entrate e delle spese già verificate e presumibilmente verificabili sulla strada all'Uffizio di Modena per la rivisione, e l'Uffizio stesso ne farà immediata comunicazione ai cinque Governi per l'effetto di che negli art. 20 e 21 dell'Atto di concessione.

Art. 42. Quando per qualunque siasi avvenimento anche di forza maggiore l'esercizio della strada rimanga interrotto, i concessionarj dovranno dentro il più breve termine provvedere ai convenienti ripari, e qualora per dato e fatto come per incuria degli stessi concessionarj l'interruzione dell'esercizio di tutta o parte della strada durasse un tempo più lungo del necessario all'attuazione delle provvidenze occorrenti, rimarrà proporzionatamente sospesa del pari la prestazione della garanzia. A questo solo effetto è limitata l'intelligenza ed applicazione dell'art. 13 della Convenzione di Roma e dell'ultima incisa dell'art. 11.

Art. 43. Per cinque anni dall'attivazione di tutta la linea i ripari straordinarj della strada e delle opere accessorie dovranno entrare in conto capitali con restare conseguentemente a carico dei concessionarj e senza che possano figurare nel conto dell'esercizio a detrimento della rendita garantita dai cinque Governi.

Parte III.

Disposizioni generali e d'ordine.

Art. 44. I concessionarj avranno il diritto di procedere per via di espropriazione coatta all'acquisto di qualsivoglia terreno o fabbrica, che sieno necessarj per l'esecuzione della strada, come per l'erezione di tutti gli stabili necessarj al servizio della medesima, ritenuto nella Società espropriante l'obbligo d'indennizzare pienamente i possessori espropriati e guarentirne l'interesse a termini di giustizia, se-

condo le leggi e la procedura veglianti nei rispettivi Stati e i sistemi quivi praticati in altri casi.

Art. 45. I concessionarj dovranno anche indennizzare a proprio carico i danni e pregiudizj che derivassero ai proprietarj dei terreni per conseguenza del tracciamento della strada.

Art. 46. Se dopo il tracciamento sul terreno della strada ferrata venisse iniziata alcuna nuova fabbrica nello spazio destinato alla strada e sue dipendenze, ovvero dentro i sei metri a destra ed a sinistra dai limiti estremi dello spazio medesimo, i concessionarj dovranno prevenire la Commissione, onde ne sia impedita la continuazione, dovendo essere siffatte fabbriche evitate.

Art. 47. I concessionarj saranno esenti da qualunque imposta ordinaria, straordinaria e speciale sulla strada, suoi accessori ed oggetti per l'esercizio della medesima, e godranno di libera introduzione franca di dazio e di altre gabelle, per tutti i ferramenti, macchine, attrezzi ed oggetti strettamente ed esclusivamente necessarj alla costruzione della strada, primo armamento ed attivazione completa della medesima.

Art. 48. Gli acquisti e vendite di immobili fatti dalla Società per servizio o per immediata dipendenza dell'impresa da essa assunta sono esenti da qualunque tassa applicabile ai trapassi di proprietà. Gli atti o contratti a ciò relativi saranno registrati, o come dicesi, interinati col pagamento del *minimum* fra i diritti fissi stabilito dalle leggi dei rispettivi paesi. E in difetto di una disposizione speciale che determini questo *minimum* non soddisferassi per ciascheduno dei sopra detti atti diritto maggiore di italiane Lire 3.

Art. 49. Tutti gli atti, contratti, quitanze, certificati concernenti le operazioni fatte dalla Società per l'esecuzione ed in virtù della presente Concessione saranno esenti da qualunque tassa.

Art. 50. Nonostante il disposto nei precedenti art. 47 e seguenti i concessionarj continueranno a pagare l'imposta territoriale dentro però la corrispondente cifra per la quale i terreni e le fabbriche da essi acquistate per la strada figuravano ai pubblici catasti secondo la precedente loro destinazione. Saranno pure a loro carico tutte le spese occorrenti per le correzioni catastrali e volture da eseguirsi per causa delle nuove divisioni dei fondi operate col taglio della strada ferrata ed opere accessorie.

Art. 51. La Società è autorizzata a creare pel bisogno del suo esercizio degli stabilimenti, officine, edifizj, a possedere cave di torbe, lignite, ad acquistare boschi e foreste subordinatamente alle leggi generali ed alle discipline degli Stati dove altrettanto trovasi esistente.

Art. 52. Nei luoghi dove la strada ferrata dell'Italia centrale dovrà congiungersi con altre strade ferrate preesistenti sarà cura dei concessionarj di intendersi coi concessionarj di quelle pel comune uso.

Art. 53. I concessionarj potranno, procurandosi l'approvazione dei Governi, riunire alla impresa della Centrale, sia parzialmente sia in totalità per via di acquisti, od in qualunque altro modo, altre strade di ferro attualmente concesse o che potrebbero esserlo in appresso.

Art. 54. In entrambi i casi previsti dai precedenti due articoli 52 e 53, come anche quando si costruisce un nuovo braccio di strada ferrata comunicante colla Centrale, si regoleranno dalla Commissione, premesse le opportune pratiche presso

il Governo locale e in concorso dei concessionarj, le discipline per l'uso comune della strada, stazioni ed accessorj, non meno che le variazioni che occorressero di introdurre nelle tariffe della Centrale.

Art. 55. I concessionarj affideranno la direzione tecnica della strada ferrata Centrale Italiana ad un Ingegnere in capo, il quale non abbia contemporaneamente a dirigere altre imprese in guisa che possa essere sempre referibile a qualunque occorrenza e richiesta della Commissione internazionale e suo Uffizio permanente.

Art. 56. I concessionarj preferiranno di occupare a pari condizione nei rispettivi tratti di strada tanto nella costruzione quanto nell'esercizio individui degli Stati ai quali questi tratti appartengono, ad eccezione dei primarj impiegati tecnici, dei macchinisti e degli operanti che fossero più degli indigeni atti ad una specialità di lavoro.

Art. 57. I concessionarj durante la costruzione restano esonerati dalle spese di mantenimento e di stipendj dell'Uffizio permanente della Commissione internazionale, che rimarranno a carico in parti eguali dei Governi interessati.

All'attivazione completa della strada avrà ciò nonostante effetto lo stabilito dall'art. 28 della Convenzione di Roma 1.° maggio 1851.

Art. 58. Nell'approvazione dei progetti, nella esecuzione dei lavori e nei loro collaudi, come anche nell'amministrazione ed esercizio della strada la Commissione internazionale, il di lei Uffizio permanente e gli ufficiali ed ingegneri ad essa addetti eserciteranno ogni più estesa e piena competenza di ispezione e sorveglianza e controllo.

Art. 59. Se i concessionarj o loro dipendenti non adempiono alcuna delle obbligazioni della presente Concessione, la Commissione internazionale è in diritto di prendere le disposizioni richieste nel senso della legge di concessione delle strade ferrate austriache 14 settembre 1854 attualmente in vigore nell'Impero austriaco ed al bisogno di ordinare a spese della Società il rimedio di diritto che le parrà il più conveniente.

Art. 60. Per gli effetti civili della presente Concessione i concessionarj si assoggetteranno alle leggi e discipline vigenti negli Stati Estensi: come per ciò che si riferisce alla esecuzione dell'opera dichiarano di assoggettarsi alle leggi e discipline vigenti nei rispettivi Stati dove si costruisce la strada, e di essere trattati a parità dei sudditi degli Stati medesimi senza alcuna distinzione. E tuttociò durante il tempo della concessione.

Art. 61. Le contenzioni che potrebbero insorgere tra la Società e gl'impiegati preposti a vigilare la buona esecuzione delle opere ed il regolare esercizio della strada, le quali sieno motivate dalla interpretazione ed esecuzione delle condizioni qui contenute, o nei regolamenti che a forma di esse verranno per il seguito dettati dalla Commissione, saranno da questa inappellabilmente decise, considerandole come vertenze meramente amministrative.

Art. 62. In qualunque questione dell'indole contemplata nel precedente articolo 61 che involva diritto e non rivesta il carattere di meramente amministrativa, la Commissione pronuncierà il suo giudizio, riserbato però alla parte che si crede lesa il ricorso in ultima istanza al supremo Tribunale di Modena che giudica secondo le massime della legislazione estense.

Art. 63. I concessionarj decaderanno dalla concessione tanto allora che non incomincino i lavori dentro i termini degli articoli 19 e 20 del presente Capitolato,

quanto che non abbiano ultimati nei termini stabiliti dall'articolo 3 dell'Atto di concessione, e provvisti dell'occorrente materiale mobile i rispettivi tronchi di strada ferrata per modo che possano essere con approvazione della Commissione aperti all'esercizio del pubblico.

Art. 64. La Commissione avrà diritto di fare negli ultimi cinque anni precedenti il termine della concessione una prelevazione dei proventi della strada ferrata per garantigia del ristabilimento in buono stato della medesima e delle sue opere accessorie nel caso che la Società non corrispondesse a tale suo obbligo.

Art. 65. Scorso il termine stabilito dalla presente Concessione, i Governi entreranno subito in possesso dei terreni, opere d'arte, lavori di terra, piano stradale ed armamento della strada, nonchè sue dipendenze immobili, come stazioni, tettoje da carico e scarico, fabbriche nei punti di arrivo e partenza, casette di guardia e sorveglianti, coi loro annessi, macchine fisse ed ogni altro immobile. Gli oggetti mobili, come le locomotive, vagoni, utensili, materiale, combustibile, approvigionamenti di ogni sorte, verranno consegnati alla Commissione, che ne pagherà il prezzo.

Questo o sarà combinato all'amichevole, o volendo una delle parti sarà fissato da periti.

Art. 66. La Società dovrà consegnare la strada e suoi annessi in buon stato. In caso diverso ricaderanno sopra di lei le spese di risarcimento. Nascendo disaccordo in proposito, si procederà come all'articolo antecedente. In tal caso le somme da rimborsarsi dai Governi non saranno pagate ai concessionarj che dopo conosciuta la decisione dei periti e regolate le spese di risarcimento, che verranno prelevate su quelle somme.

Art. 67. I concessionarj rimarranno proprietarj delle costruzioni speciali, cioè: forni da calce, fabbriche di macchine ed altri congegni, docks ecc. che avessero stabilito dietro autorizzazione dei Governi, fissando espressamente che non farebbero parte delle dipendenze della strada.

Vienna, 17 marzo 1856.

Disposizioni diverse nel Lombardo-Veneto.

1. L'attivazione delle nuove strade di comunicazione colle strade ferrate dello Stato immediatamente richiesta dal pubblico interesse deve bensì stare a parità della manutenzione delle medesime a carico della dotazione stradale, e ciò sopra tutti i punti ove ne sarà stato riconosciuto il bisogno; ma le spese di ogni attivazione di tale natura che dipendessero dagli interessi speciali di un singolo individuo morale o fisico, ed indifferenti per l'interesse generale, debbono stare ad esclusivo carico dell'individuo interessato (1).

Tali strade di comunicazione da costruirsi a carico del fondo stradale saranno tracciate secondo il voto di una commissione composta di organi delle

(1) Massime contenute nel dispaccio 28 febbrajo 1845, N. 314 E. P., dell'Eccelso Preside della Camera aulica, diretto alla Direzione delle strade ferrate dello Stato, state richiamate in vigore col dispaccio 17 giugno 1852, N. 11728 E, del Ministero del Commercio, Industria e pubbliche Costruzioni.

Autorità amministrative tecniche, doganali, e di quelle delle strade ferrate dello Stato. Circa poi alla costruzione di esse strade, è questa riservata alle Autorità tecnico-amministrative incaricate dell'esecuzione di simili opere.

I piazzali accessorj pel collocamento delle carrozze in vicinanza delle stazioni di strade ferrate dello Stato formano una parte integrante delle stazioni, e vogliono essere considerate come appartenenti alla strada ferrata medesima, e perciò saranno attivati a carico della dotazione delle ferrovie dello Stato e debitamente mantenuti con riguardo ai vigenti contratti stipulati colle rispettive Direzioni dell'esercizio.

2. L'I. R. Direzione generale contemplerà nel resto questi piazzali nel tracciare le aree delle stazioni, e ciò coi voluti riguardi alle circostanze locali ed alla presumibile frequenza (1).

Le esperienze raccolte nell' esercizio delle II. RR. Strade ferrate hanno dimostrato che ponno ammettersi i controraili di sicurezza nelle traversate sulle quali non passano carri portanti grave peso. Giusta l' Ordinanza Ministeriale 31 agosto 1849, N. 1051 C, saranno i medesimi perciò da impiegarsi quind' innanzi nelle costruzioni nuove soltanto su quelle traversate di strade postali e commerciali sulle quali transitano carriaggi pesanti.

Là dove ha luogo l'applicazione dei raili di guida o dei controraili di sicurezza, giusta la presente prescrizione, fu cangiata, secondo l'esigenza, anche la fin qui normale dimensione del canaletto per gli orli delle ruote, restando determinato che per l'avvenire la larghezza di tali canaletti dovrà essere di 2 pollici e mezzo (0^{m} 065) e la profondità un pollice e mezzo (0^{m} 039), misura di Vienna (2).

3. A scanso di successive liti e pretese di risarcimento venne ordinato che tutti quei manufatti i quali a motivo della strada ferrata dello Stato vengono eretti al di fuori della strada ferrata medesima a spese di quest'ultima, debbano riconsegnarsi alle rispettive parti, sempre mediante regolare processo verbale, ogni qual volta per essi manufatti avviene un mutamento nelle private proprietà, ovvero un'alterazione di enti edili che sono soggetti alla sorveglianza pubblica. Siffatti processi verbali devono essere raccolti ed all' attivazione dell'esercizio della strada ferrata verranno consegnati alla sezione dell'ingegnere in capo incaricato dell'amministrazione dell'esercizio (3).

4. Le indagini minerali e gli scavi minerali sulla superficie del suolo, del pari che gli sterri che ne provengono, debbono tenersi a tale distanza dalle strade ferrate e relative pertinenze, che le frane non ne possano turbare od

(1) Massime contenute nel Dispaccio 28 febbrajo 1845 più sopra citato.

(2) Determinazione 4 Gennajo 1851 N. 15867-8350 della cessata I. R. Direzione Generale delle Pubb. Costruzioni in Vienna.

(3) Determinazione 21 Gennajo 1851 N. 15855-8343 della cessata I. R. Direzione Gen. delle Pubb. Costruzioni in Vienna.

impedire in verun modo l'esercizio; i pozzi, le gallerie ed altri scavi minerali a giorno debbono rimanere distanti almeno venti tese (met. 37,92) dagli edifici, quindici tese (met. 28,44) dai luoghi di stazione, tre tese (met. 5,68) dal fondo del terrapieno e sei tese (met. 11,37) dalle fondamenta dei viadotti o dei ponti delle strade ferrate.

Eguali distanze debbono osservarsi anche quando si costruiscono strade ferrate in vicinanza di pozzi, gallerie ed altri scavi minerali a giorno già esistenti e degli sterri relativi (1).

5. Gli scavi minerali sotterranei possono condursi soltanto in tale distanza dalle strade ferrate, che non ne derivi alcun danno o pericolo per la sicurezza sia della circolazione sulla strada ferrata sia dell'esercizio dello scavo minerale. La distanza da tenersi in proposito verrà determinata di caso in caso dai Capitanati montanistici di concerto colle Autorità di Circolo (Autorità di Comitato o Delegazioni provinciali), avuto riguardo ai diversi rapporti locali (2).

6. Non si possono condurre gallerie e passaggi in direzione parallella al di sotto di una strada ferrata. Se per altro si eseguiscono tali scavi minerali sotto strade ferrate in altre direzioni, essi debbono costruirsi colla necessaria solidità mediante muro a volto, onde ottenere la necessaria sicurezza tanto dello scavo montanistico, quanto della ferrovia (§§ 170 e 171 della Legge montanistica universale) (3).

7. Domandandosi l'investitura di un campo minerale, che si deve estendere sopra una ferrovia approvata o già eseguita, il Capitanato montanistico deve citare per la verificazione sopra luogo da assumersi a tenore del § 54 della Legge montanistica universale, oltre agli altri interessati, anche i mandatari rappresentanti i possessori od imprenditori della ferrovia, e di concerto coll'Autorità di Circolo (Autorità di Comitato, Delegazione provinciale) far intervenire un imperiale regio impiegato delle pubbliche costruzioni, affine di rilevare accuratamente col suo consiglio, se ed a quali condizioni, avuto riguardo alla progettata o già esistente ferrovia, possa concedersi la chiesta investitura per lo scavo universale. La relativa decisione spetta all' Autorità superiore montanistica, la quale se non è anche Dicastero politico del Dominio, deve porsi con questo nell'opportuna intelligenza.

Venendo presentato un ricorso, la decisione è di competenza del Ministero delle Finanze d'intelligenza coi Ministeri dell'Interno e con quello del Commercio, dell'Industria e delle pubbliche Costruzioni (§ 18 della Legge montanistica universale) (4).

(1) Ordinanza 2 Gennajo 1859 dei Ministeri dell' Interno, delle Finanze e della Giustizia, come pure del Commercio, dell'Industria e delle Pubbliche Costruzioni § 1.

(2) Ordinanza suddetta § 2.

(3) Ordinanza suddetta § 3.

(4) Ordinanza suddetta § 4.

8. Le condizioni sotto le quali l'investitura del campo minerale viene giudicata ammissibile, avuti i debiti riguardi ad una ferrovia, passate che sieno in giudicato, debbono inserirsi nella lettera d'investitura da rilasciarsi a termini del § 63 della Legge montanistica universale, ed all'imprenditore dello scavo minerale non compete verso l'Impresa della strada ferrata alcun titolo d'indennizzo per eventuale limitazione dello scavo minerale (1).

9. Dovendosi costruire una progettata ferrovia sopra campi minerali già dati ad investitura o sopra scavi minerali già esistenti, all'ispezione locale da praticarsi mediante Commissione giusta il § 6 della Legge sulle strade ferrate del 14 settembre 1854 deve farsi intervenire, oltre al concessionario dello scavo minerale, anche un delegato dei Capitanato montanistico, ed in base delle comunicategli verificazioni il Dicastero politico, di concerto coll'Autorità superiore montanistica, se esso non riunisce anche questa qualità, deve decidere, con riserva del ricorso al Ministero dell'Interno, se ed a quali condizioni si possa continuare l'esercizio dello scavo minerale sotto la ferrovia. Sui relativi ricorsi decide il Ministero dell'Interno di concerto col Ministero delle Finanze e con quello del Commercio, dell'Industria e delle Pubbliche Costruzioni (2).

10. Qualora in conseguenza della decisione proferita conformemente al § 6, e passata in giudicato, l'imprenditore dello scavo minerale debba tollerare a vantaggio della strada ferrata una restrizione del suo esercizio, l'Impresa della strada ferrata è tenuta a prestargli per ciò un proporzionato indennizzo, e la concessione di costruire la strada ferrata deve impartirsi sotto questa condizione (3).

11. Sorgendo collisioni fra Imprese di scavi minerali già esistenti e Imprese di ferrovie già costrutte, l'imprenditore dello scavo minerale deve in esso attivare quelle misure di sicurezza o tollerare quelle limitazioni che, secondo la decisione proferita dal Dicastero politico del Dominio di concerto, se non riunisce anche tale qualità, coll'Autorità superiore montanistica, sono richieste siccome indispensabili per non turbare la conservazione e l'esercizio di una ferrovia importante per riguardi pubblici ed economici. La verificazione dei relativi rapporti mediante apposita Commissione verrà ordinata dall'Autorità di Circolo (Autorità di Comitato o Delegazione provinciale) di concerto col Capitanato montanistico, e si devono far intervenire oltre agli interessati di ambe le parti, un delegato del Capitanato montanistico ed un imperiale regio impiegato delle pubbliche costruzioni.

(1) Ordinanza 2 Gennajo 1859 precitata § 5.
(2) Ordinanza suddetta § 6.
(3) Ordinanza suddetta § 7.

Se e quale indennizzo competa in tal caso al concessionario dello scavo minerale verso l'Impresa della ferrovia, deve decidersi in caso di controversia dai Giudizj di conformità alle vigenti leggi (1).

12. I Capitanati montanistici hanno l'obbligo di sorvegliare accuratamente gli scavi minerali che vengono condotti in vicinanza delle strade ferrate o sotto di esse, e di farli visitare almeno una volta all'anno, ed occorrendo anche più volte, affine di accertarsi che si trovino in istato regolare.

Le scopertevi irregolarità qualora non fossero qualificate per la procedura penale (§ 172 della Legge montanistica universale), saranno punite a norma del § 240 della Legge stessa (2).

13. Niuno può essere impiegato in servizio o nella sorveglianza di una caldaja o macchina a vapore come pure alla direzione di una locomotiva o di un piroscafo se non allorquando avrà provata la propria abilità in un modo soddisfacente mediante un esame sostenuto presso qualche pubblico istituto d'istruzione tecnica esistente nello Stato (3).

14. Fra gli individui, a cui si voglia affidare il servizio delle macchine e delle caldaje a vapore, devono subire il prescritto esame:

a) i macchinisti dei piroscafi, o coloro a cui viene in tale qualità affidata la sorveglianza della macchina e della caldaja di un piroscafo;

b) i conduttori di locomotive, o coloro a cui in tale qualità viene affidata la direzione di una macchina locomotiva;

c) i custodi di macchine a vapore stabili, o coloro che sono addetti alla sorveglianza di una macchina a vapore stabile o della sua caldaja;

d) gli scaldatori della caldaja, o coloro che sono incaricati della sorveglianza di una caldaja a vapore congiunta ad una macchina a vapore; finalmente

e) gli assistenti degli individui indicati alle lett. *a*), *b*), *c*), *d*), ma solo in quanto non agiscano sotto l'immediata sorveglianza del loro maestro presso la macchina o la caldaja a vapore, e vengano loro demandate funzioni importanti per la pubblica sicurezza, che essi abbiano ad eseguire da sè indipendentemente da altri, e sotto la propria responsabilità.

Egli è perciò, che p. e. gli individui adoperati da un conduttore di locomotiva sulla macchina come semplici scaldatori (fuochisti) non sono obbligati a subire l'esame di assistente (4).

15. Per ora si delegano definitivamente a tenere i suddetti esami i seguenti Istituti d'istruzione:

Il Politecnico a Vienna, l'Istituto tecnico degli Stati a Praga, l'Istituto tecnico a Brünn, il Giovanneo a Gratz, il Politecnico di Giuseppe a Buda,

(1) Ordinanza 2 Gennajo 1859 precitata § 8.
(2) Ordinanza suddetta § 9.
(3) Ordinanza 11 Febbrajo 1854 § 23 e successiva 15 Settembre 1858.
(4) Ordinanza 15 Settembre 1858 precitata art. I.

l'Accademia tecnica a Leopoli, l'Istituto tecnico a Cracovia e l'Accademia commerciale e nautica a Trieste, come pure la Scuola reale superiore in Milano, Venezia, Innsbruck, Linz, Klagenfurt, Presburgo ed Olmütz.

La Commissione esaminatrice consisterà nel Direttore dell'istituto d'istruzione ed in un Professore del medesimo.

Del resto è concesso al Direttore dell'istituto d'istruzione di farsi supplire in caso d'impedimento da un Professore.

Nei luoghi ove oltre l'istituto d'istruzione tecnica destinato a tenere gli esami esiste un altro istituto d'istruzione tecnica, come è il caso a Vienna, Praga, Buda, Pest, Gratz e Leopoli, il Dicastero politico del Dominio, qualora vi sia una grande concorrenza di esaminandi, potrà far sussidiare dall'altro istituto quello incaricato dell'esame.

Nei Dominj ove non esistono per anco istituti d'istruzione tecnica, o nei quali avuto riguardo alla loro grande estensione ed allo stato dell'industria gli attuali istituti d'istruzione tecnica evidentemente non bastano, il Dicastero politico del Dominio avrà cura che s'istituiscano provvisoriamente commissioni esaminatrici a misura dell'assoluto bisogno, portando a pubblica notizia la data disposizione.

In un simile caso si dovrà affidare le tenuta dell'esame ad una Università che si trovasse nel Dominio o ad un Ginnasio o ad un altro istituto scientifico coll'intervento di un perito.

La Direzione di tale stabilimento d'istruzione o tale istituto nomina tosto Commissario esaminatore un membro qualificato a questo ufficio.

Il Dicastero politico del Dominio nominerà il perito ed il suo sostituto dallo stato degli imperiali impiegati tecnici che abbia le cognizioni speciali necessarie per tenere l'esame, e nel caso che non ve ne fossero nel luogo dell'esame, li nominerà dallo stato dei privati istrutti delle macchine a vapore.

Del resto s'intende da sè che il tempo per tenere gli esami dev'essere stabilito di caso in caso per modo, che non ne abbia ad essere impedito od interrotto il regolare insegnamento al rispettivo istituto (1).

16. L'esame consisterà nelle risposte a voce alle domande fatte dalla Commissione esaminatrice ed in una prova di servizio applicato.

Gli esaminandi devono provare di avere una cognizione perfetta del modo di costruzione delle macchine a vapore, e rispettivamente delle caldaje a vapore, e devono essere pienamente istrutti delle conseguenze che potrebbe produrre una trascuranza del loro servizio, e dei mezzi di prevenire le esplosioni delle caldaje.

Negli esami degli assistenti le domande riguarderanno soltanto le meno importanti funzioni di servizio.

(1) Ordinanza 15 Settembre 1858 art. II.

Non si faranno soggetto di questo esame le cognizioni che esigono uno speciale rapporto di servizio, fra cui appartengono per esempio le norme pei segnali, le istruzioni di servizio e simili.

La prova di servizio applicato si farà innanzi ad una caldaja a vapore riscaldata e rispettivamente innanzi ad una macchina ferma, oppure su di essa mettendola in moto, della stessa specie di quella per cui l'aspirante vuol essere riconosciuto idoneo alla sorveglianza, a servizio od alla direzione.

La Commissione esaminatrice dovrà convincersi nel modo opportuno, e trattandosi di conduttori di locomotive e di macchinisti di piroscafi col porre in moto, col fermare e col trattare la macchina, che il candidato ha acquistato tutte le abilità richieste dal suo servizio.

Trattandosi di custodi di macchine stabili, di scaldatori di caldaje a vapore e di assistenti, si potrà omettere la prova di servizio applicato nei casi che nel luogo ove risiede la Commissione esaminatrice e nei prossimi dintorni non si trovi disponibile l'occorrente macchina.

All'opposto la Commissione esaminatrice non potrà procedere all'esame di conduttori di locomotive e di macchinisti di piroscafi, qualora non abbia a sua disposizione i mezzi materiali necessarj per eseguire la prova di servizio applicato.

Del resto si raccomanda alle Commissioni esaminatrici di far possibilmente subire anche l'esame a voce innanzi alla macchina e di combinarlo colla prova di servizio applicato (1).

17. Il candidato dovrà rivolgersi alla Commissione esaminatrice per essere ammesso all'esame, e provare di aver acquistato col servizio di almeno sei mesi presso una locomotiva, una macchina di piroscafo od una macchina a vapore stabile od una caldaja a vapore le cognizioni ed abilità pratiche necessarie per servire o sorvegliare una macchina od una caldaja a vapore e rispettivamente per condurre una locomotiva od un piroscafo a tenore dell'impiego a cui aspira.

Oltre a ciò il candidato deve provare di aver compiuto l'età di venti anni, e produrre un certificato del Capo del comune nel cui distretto esso ebbe a dimorare l'ultimo anno, che comprovi la sua sobrietà e moralità.

La Commissione esaminatrice rilascerà al candidato un certificato sull'esito dell'esame, in cui dev'essere esattamente espressa la sua qualità secondo le cinque categorie indicate all'art. 14.

Se il candidato non viene riconosciuto idoneo, potrà essere ammesso a ripetere l'esame dopo la decorrenza di un anno.

Qualora non venga riconosciuto idoneo nemmeno nel secondo esame, non potrà più essere ammesso ad un'ulteriore ripetizione.

(1) Ordinanza 15 Settembre 1858 art. III.

L'esame subito con buon esito da un candidato di una categoria superiore comprende sempre l'esame nella qualità di una categoria inferiore.

Si deve però fare l'eccezione riguardo ai conduttori di locomotive ed ai macchinisti di piroscafi, che non si può impiegare un conduttore di locomotive come macchinista di piroscafi, nè viceversa.

Del resto s'intende da sè, che in casi di sostituzione si deve esigere dal sostituto lo stesso esame che corrisponde alla qualità del servizio precariamente affidatogli.

Il Dicastero politico del Dominio si farà trasmettere dei rapporti sui tenuti esami, onde poter essere in grado di sapere colla necessaria evidenza chi sia stato approvato o respinto, e d'impedire che persone non autorizzate vengano adoperate pel servizio delle macchine a vapore, e che i non approvati per un certo tempo non vengano riammessi all'esame prima che sia scorso il prescritto termine, e che quelli che furono assolutamente respinti non possano più subire alcun esame.

Egli è perciò che il Dicastero politico del Dominio dovrà compilare un elenco dei candidati non approvati per un certo tempo e di quelli assolutamente respinti, e trasmetterlo negli opportuni modi alle Commissioni esaminatrici di tutti i Dominj (1).

18. I macchinisti di piroscafi, i conduttori di locomotive ed i custodi di macchine a vapore stabili, devono pagare per l'esame una tassa di quattro fiorini, gli scaldatori di caldaje a vapore e gli assistenti una tassa di due fiorini, e questi importi verranno distribuiti in parti eguali fra i membri della Commissione esaminatrice.

Le spese di viaggio che si dovessero incontrare per fare un esame verranno bonificate dai candidati ai Commissarj esaminatori (2).

STATO SARDO

Norme da osservarsi per invocare la Concessione di una strada ferrata.

Le domande per ottenere la concessione di costruire ed esercitare una strada ferrata devono essere corredate (3).

1.° del progetto tecnico di massima della ferrovia;

2.° di un certificato comprovante di aver fatto il deposito di una data somma che viene stabilita dal Governo per ciascuna volta;

(1) Ordinanza 15 Settembre 1858 art. IV.

(2) Ordinanza suddetta art. V.

(3) Le presenti norme si sono ricavate dal Capitolato 22 marzo 1857 posto per base del Concorso per la concessione della strada ferrata del litorale ligure.

3.° di una scheda segreta indicante la somma di annuo prodotto brutto per ogni chilometro che viene domandata come guarentigia dal Governo, la quale somma però non potrà essere maggiore di L. 25 mila, e formerà essa il termine di confronto per l'emissione della concessione (1).

Il progetto tecnico deve constare:

a) di una planimetria generale nella scala di 1 a 50 mila, che potrà essere estratta dalla mappa dell'Ufficio topografico dello Stato maggiore. Essa dovrà abbracciare dall'una all'altra parte del tracciato studiato sul terreno e delineato sulla planimetria medesima, una estensione ben figurata del territorio non minore di dieci chilometri.

b) Una planimetria divisa in sezioni e rilevata sul terreno in una scala non minore di 1 a 10 mila, nè maggiore di 1 a 5 mila, su cui sarà riportato sezione per sezione il tracciamento della strada ferrata. In questa planimetria vanno riportati i punti nei quali cadono le stazioni e le principali opere d'arte.

c) Una livellazione generale eseguita sul terreno, la quale sarà delineata nella scala conforme alla planimetria per le lunghezze, e di uno a mille, ovvero di uno a cinquanta per le altezze secondo che il rapporto della planimetria è di 1 a 10 mila o di 1 a 5 mila.

d) Per le principali opere d'arte basta presentare i progetti di massima ed indicare i sistemi di costruzione che il concorrente si propone di adottare. Salvo la produzione dei particolari a termini del Capitolato di concessione.

e) Un prospetto indicante le lunghezze e le pendenze dei diversi tronchi di strada, ed uno che dimostri i tratti sviluppati in linee rette e i tratti tracciati in curva coll'indicazione del raggio di queste.

f) L'elenco di tutto il materiale mobile di cui il richiedente la concessione si propone sin da principio di fornire la strada ferrata.

Si deve inoltre unire un sunto della spesa necessaria per compiere l'impresa, onde si possa determinare il capitale sociale con cui la Società deve costituirsi.

Gli aspiranti ottengono dal Ministero il permesso di introdursi nelle private proprietà per eseguire i loro studj, salvi i compensi a termine di legge pei danni che fossero per arrecare ai terzi.

Sopra loro richiesta sarà data ai medesimi anche la facoltà di rilevare a proprie spese dalle carte dello Stato maggiore generale quegli estratti di topografia che potessero loro giovare a facilitare gli studj.

Sarà finalmente permesso agli stessi aspiranti di procurarsi a loro spese dagli Uffizj del Genio delle provincie, estratti o copie di quei piani, di quelle

(1) Per la costruzione della strada litorale ligure dal Varo sino al confine del Ducato di Modena alla Parmignola si stabiliva la suindicata somma quando l'esercizio si fosse concesso alla Società.

livellazioni e quei dati di perizia che si trovassero negli ufficj medesimi e che giovassero al predetto scopo ed ai calcoli della spesa.

I progetti presentati al Ministero sono assoggettati all'esame del Consiglio speciale delle strade ferrate; sentito il parere di quello, il Ministero dei Lavori pubblici pronuncia in argomento.

Disposizioni disciplinari pel servizio delle strade ferrate in amministrazione dello Stato.

(Estratto dalla Legge 2 Novembre 1853.)

La Tariffa dei prezzi pel trasporto dei viaggiatori è fissata sulle seguenti basi:

Vettura di I. Classe per chilometro	. . . . .	L. 0, 10
» II. » »	. . . . . .	» 0, 07
» III. » » (*)	. . . . .	» 0, 04
Pei bagagli ogni 100 chilogr. calcolati di 10 in 10		» 0, 04

Pel trasporto dei militari nei posti di II e III Classe i suddetti prezzi si riducono della metà.

L'Amministrazione può rilasciare dei viglietti valevoli soltanto pei giorni festivi, di andata e ritorno ad una delle stazioni colla riduzione del 25 per cento. Può inoltre introdurre dei viglietti d'abbonamento validi per 6 mesi (**). I viaggiatori possono portar con sè i bagagli che non eccedano il peso di 15 chilogrammi e del volume di centimetri 50 $\times$ 25 $\times$ 30 ossia di metri cubici 0, 0375.

Le armi da fuoco non si devono trasportare se non che scaricate. — I fanciulli al disotto di 7 anni sono esenti da tassa, e gli ammalati non possono ammettersi nelle vetture dei viaggiatori.

Vi sono speciali determinazioni per quelli che sono sprovveduti di viglietto che vanno nelle vetture di una Classe superiore al viglietto levato alla stazione e per coloro che vogliono cambiare di Classe nel corso del viaggio.

Le guardie hanno il diritto di far uscire dalle vetture le persone che non si uniformassero agli ordini emanati. I viaggiatori da un altro canto possono scrivere i loro reclami su di un libro esistente presso il Capo stazione.

(*) Sulla strada da Torino a Genova, da Alessandria ad Arona, da Mortara a Vigevano e da Torino a Susa, il prezzo per ogni posto e per chilometro venne fissato a cinque centesimi in forza della Legge 27 dicembre 1855. Ed il prezzo per le corse sulle linee da Torino a Genova, da Alessandria ad Arona coi convogli misti rimane tuttavia di 4 centesimi.

(**) Coll' art. 3 della successiva Legge 25 ottobre 1854 venne però prescritto che i viglietti di abbonamento di prima o seconda Classe si possono concedere anche per un mese, ma al minimo. — Il prezzo di tali viglietti è stabilito in ragione di 40 corse per le distanze da chilometri 8 a 20, di 20 corse per le distanze da 20 a 40 chilometri e di 10 corse al mese per le distanze maggiori di 40 chilometri.

Per la consegna e pel ritiro dei bagagli si sono emanate delle norme speciali.

Le merci possono trasportarsi sulle strade a grande ed a piccola velocità, mediante il pagamento delle tasse stabilite in relazione alle diverse classi in cui furono divise.

Le merci a grande velocità si devono consegnare un'ora prima della partenza del convoglio. — Il peso di ogni collo non può eccedere i 100 chilogrammi; e nel caso di maggior peso l'Amministrazione ha il diritto di trasportarli nei successivi convogli.

Il trasporto del bestiame si deve eseguire sotto l'osservanza di norme speciali.

In quanto alle merci da trasportarsi a piccola velocità ed in ragione di 20 chilometri all'ora, esse vengono spedite entro 48 ore dall'effettuata consegna.

Vi sono delle disposizioni relative alla consegna all'imballaggio ed alla riconsegna e ritiro delle merci tanto che corrono a grande quanto a piccola velocità.

Colla successiva Legge 25 ottobre 1854 vennero introdotti diversi cambiamenti e modificazioni alle precedenti direttive, le quali però concernono nella massima parte le tariffe pel trasporto delle merci.

In essa inoltre viene stabilita la tassa di L. 6 per ogni chilometro e per ciascun convoglio speciale di viaggiatori, costituiti da una vettura di prima o seconda Classe e di un truk.

Condizioni normali imposte nei Capitolati annessi agli Atti di concessione delle Strade Ferrate.

Tracciamento della strada, pendenze, collocamento delle stazioni e case cantoniere.

Art. 1. Le pendenze dominanti su tutta la linea non eccederanno il dieci per mille. In quei siti però nei quali le difficoltà del terreno impedissero assolutamente o permettessero solo mediante spese eccessive di rimanere fra questi limiti verranno tollerate le pendenze sino al 14 per mille. — I tratti corrispondenti alle stazioni nei quali si fanno i movimenti necessarj al servizio delle stazioni medesime dovranno essere possibilmente orizzontali, ed in nessun caso la loro pendenza potrà eccedere i limiti del 3 per mille.

Art. 2. In generale le curve dovranno avere un raggio non minore di 450 metri. — Saranno però tollerate le curve sino al minimo di raggio di 300 metri ove si elevassero delle gravi difficoltà per oltrepassare questo limite. — I tratti di strada curvilinei con un raggio minore di 400 metri, devono correre orizzontali. — Ovunque due o più tratti curvilinei con un

raggio minore di 450 metri si succedono l'uno all'altro, essi non potranno congiungersi immediatamente costituendo uno o più flessi contrarj, ma dovranno essere separati da un tratto rettilineo di ferrovia che non abbia la lunghezza minore di 20 metri.

Art. 3. Il tracciamento della linea che sarà a suo tempo riportato sui piani parcellarj anche dopo approvati definitivamente dal Ministero dei Lavori pubblici, potrà nell'atto che si riporta sul terreno, per passare all'esecuzione dei lavori, essere modificato previo consenso del Ministero medesimo, purchè queste modificazioni non arrechino un allontanamento maggiore di 200 metri dall'una o dall'altra parte del tracciamento primitivo e non introducano curve con raggio minore di quelle che prima esistessero nel tronco rispettivo. — Potranno parimenti essere ammessi cambiamenti parziali nella livellazione primitiva purchè non facciano che la pendenza ecceda i limiti assegnati e non peggiorino la condizione dei passaggi che occorra praticare sotto la ferrovia alle acque ed alle strade ordinarie.

Art. 4. Le stazioni saranno di quattro classi secondo la maggiore o minore importanza dei luoghi ove vanno collocate ed al servizio a cui sono destinate. Il Governo, d'accordo colla Società concessionaria, stabilirà il numero delle stazioni, le classi di esse e le semplici fermate.

Art. 5. Le case cantoniere non potranno essere ad una distanza maggiore di 1200 metri l'una dall'altra. — Il Governo si riserva inoltre la facoltà di esigere all'atto di fissare il loro definitivo collocamento, quel maggior numero o quell'aggiunta di caselli di guardia di cui per la sicurezza pubblica sarà riconosciuto il bisogno, avendo principalmente riguardo alle ristrette curve sulle quali può essere condotto il tracciamento della ferrovia.

Art. 6. La strada potrà essere costrutta ed aperta all'esercizio sopra un sol binario di ruotaje, coi raddoppiamenti però che saranno riconosciuti necessarj, specialmente nelle stazioni dove i binarj medesimi verranno moltiplicati e sviluppati secondo che lo esige il pronto, sicuro e completo servizio di esse stazioni, tanto pei viaggiatori quanto per le merci.

Art. 7. È in facoltà della Società di adottare nei varj tratti di strada il sistema della massicciata incassata tra banchine o quello della massicciata libera, secondo le diverse circostanze di località che rendano più opportuno l'uno che l'altro sistema. — Nel primo caso la larghezza superiore della strada comprese le banchine, non potrà essere minore di 4 metri. — Nel secondo caso la larghezza del corpo stradale al livello del piano cui viene imposta la massicciata non potrà essere minore di metri 5,50.

La larghezza della rotaja fra i bordi interni delle guide dovrà essere sempre da $1^{m}44$ a $1^{m}45$

Art. 8. Le scarpe del corpo stradale non potranno avere l'inclinazione minore dell'uno e mezzo per uno nei rialzi, e negli abbassamenti potranno

limitarsi all'uno ed un quarto per uno. Dove però la natura delle terre, o la notevole altezza dei rialzi o la profondità degli sterri richiedessero una scarpa maggiore onde ottenere la necessaria stabilità, si dovrà procurarvela.

Art. 9. La larghezza al fondo degli abbassamenti, sarà tale, che oltre alla sede stradale superiormente stabilita vi sia lo spazio da praticarvi da ciascuna parte un fossetto di dimensioni proporzionate alle acque che vi devono scolare. — Sarà munita eziandio di fossi la strada fuori degli sterri dovunque la sede della massicciata si elevi meno di metri 0, 50 dal terreno laterale.

Art. 10. I ponti e viadotti dovranno essere di struttura murale od in ferro, ovvero in parte dell'uno ed in parte dell'altro di questi due materiali.

Art. 11. La luce netta dei ponti e l'altezza degli archi e delle travate al disopra delle acque saranno determinate in modo che il fiume non possa rendersi più pericoloso ai terreni limitrofi di quello che era nello stato precedente. – La Società dovrà perciò praticare le opere necessarie per conseguire questo scopo e per difendere la strada ferrata ed assicurare il libero deflusso delle acque sotto il ponte in ogni stato del fiume.

Art. 12. L'altezza della chiave dei viadotti e cavalcavia sopra il piano della strada ordinaria non potrà essere minore di metri 4,50. Se la strada ferrata passa sotto la strada ordinaria, l' altezza della chiave del vôlto o quella del palco orizzontale sopra le guide non potrà essere minore di metri 4, 60.

Art. 13. Non potrà essere minore di metri 4,50 la larghezza della ferrovia fra le superficie interne dei parapetti dei ponti dei viadotti e dei cavalcavia. E la larghezza dei sottopassaggi coi quali una strada ordinaria sottopassa la ferrovia non potrà essere minore di metri 7,00 per le strade nazionali, di metri 6, 00 per quelle provinciali, e per le strade comunali e consorziali di metri 5, 00 o di metri 4,00 secondo la maggiore o minore importanza delle comunicazioni a cui servono.

Art. 14. La larghezza delle gallerie potrà limitarsi a metri 4, 50 fra le superficie interne delle loro pareti verticali, sopprimendo le cunette laterali purchè si provveda allo scolo delle acque nel modo che sarà stabilito all' atto dell'approvazione del piano esecutivo. — Esse dovranno rivestirsi di buona muratura ovunque l'Amministrazione superiore ne riconoscerà il bisogno, sia in causa della cattiva ed instabile natura della roccia in cui sono aperte, sia per la poca grossezza dello strato di suolo naturale sovrastante le stesse gallerie. — Nei fianchi di esse si dovranno praticare in proporzione della loro lunghezza quelle nicchie che saranno giudicate necessarie per la sicurezza dei cantonieri e guardiani.

Art. 15. Per la continuità delle comunicazioni laterali ordinarie saranno concessi dei passaggi a livello, i quali dovranno essere muniti di cancelli di semplici barriere, o di catene di ferro tese fra solidi pilastrini di pietra ed assicurate con chiavistello secondo l' importanza della strada a cui servono.

— Per le strade nazionali la larghezza libera del varco non potrà essere minore di metri 7,00; per le strade provinciali di metri 6,00 e per le strade comunali o consorziali da metri 5,00 a metri 4,00 secondo l'importanza delle comunicazioni. Nei piani generali saranno segnati i punti in cui si intendono collocare questi passaggi a livello indicando il modo di chiudimento.

Art. 16. Nei luoghi in cui la superficie naturale del terreno od il piano delle strade ordinarie intersecate hanno rispetto alla strada ferrata una differenza di livello più o meno grande, ma non sufficiente perchè convenga praticarvi dei sottopassaggi o dei cavalcavia, si darà accesso con passaggi a livello mediante rampe più o meno dolci secondo l'importanza delle strade esistenti. — Le parti rialzate od abbassate di tali strade saranno consolidate con massicciata di buoni materiali in relazione allo stato dei tronchi continuativi delle strade medesime.

Art. 17. I passaggi a livello dovranno essere custoditi da guardie, e perciò presso a quelli a cui la custodia ordinaria della strada ferrata non consenta di rendere il servizio comune, e la casa cantoniera non possa supplire anche come casello di guardia, si dovranno erigere appositi caselli ed applicarvi delle guardie apposite.

Art. 18. Nei siti in cui la differenza fra i livelli rispettivi della strada ferrata e di una strada ordinaria sia tale che consenta di potere con una moderata spesa procurare l'attraversamento con un cavalcavia o con un sottopassaggio, questo modo dovrà essere preferito. — In tal caso si dovrà conservare alle strade nazionali, provinciali o comunali le larghezze superiormente indicate per simili passaggi.

Art. 19. Quando l'esecuzione dei lavori della strada ferrata esigesse l'interruzione di qualunque preesistente comunicazione, ciò non potrà essere fatta prima di avere provveduto con passaggi provvisorj riconosciuti sufficienti per comodo e sicurezza dal Commissario governativo. — Le comunicazioni stabili dovranno essere ripristinate al più presto possibile, e collaudate dal Commissario medesimo prima di essere aperte all'uso cui sono destinate.

Art. 20. È obbligata la Società concessionaria di ristabilire ed assicurare a proprie spese lo scolo ed il libero corso di tutte le acque, i cui condotti naturali od artificiali fossero interrotti o modificati dalle opere della sua impresa, a meno che gli interessati vi rinunciassero, il che verrà constatato regolarmente dalla Società. — Qualora anche dopo l'approvazione del progetto sorgessero reclami contro l'imperfezione di questi scoli e corsi d'acqua ristabiliti o per la ommissione che fosse stata fatta di alcuni di essi, la Società sarà sempre responsale del danno recato, e dovrà provvedere a sue spese per farlo cessare a qualunque epoca ciò fosse riconosciuto, purchè sia dimostrato che il difetto non procede da innovazioni portate sui corsi d'acqua dopo la concessione per opera degli interessati.

Art. 21. Le stazioni dovranno secondo la loro maggiore o minore importanza essere appropriate al buon servizio, tanto dei viaggiatori quanto delle merci, e dovranno essere provvedute di tutte quelle fabbriche e stabilimenti accessorj che si richieggono per il pronto e buon servizio della strada ferrata, come tettoje per il carico e lo scarico delle merci, magazzini, rimesse per le locomotive e pei vagoni, officine di riparazione, ove sono necessarie, ec.

Art. 22. Per tutte le opere principali d'arte, cioè per ponti sui fiumi e torrenti, ed in generale per tutti i ponti, la cui luce arrivi e superi i 6m00 pei viadotti, cavalcavia, sottopassaggi, pei passaggi a livello delle strade nazionali e provinciali, e per tutte le stazioni e fermate indistintamente coi fabbricati loro attinenti, dovranno essere presentati i piani di dettaglio esecutivo all'approvazione del Governo, prima della quale la Società non potrà mettere mano ai lavori relativi, bastando che nel progetto generale della strada ferrata, in base del quale verrà fatta la concessione, siano presentati i progetti di massima delle opere stesse, ed indicati i sistemi di costruzione che la Società si propone di adottare.

Art. 23. Per le opere di minore importanza, come sono i ponticelli, sifoni, passaggi a livello per le strade minori, case cantoniere ed altre simili, basterà che siano presentati i moduli, a norma dei quali se ne regolerà la costruzione secondo la minore o la maggiore loro grandezza.

Art. 24. Tutti i lavori ed opere d'arte della strada ferrata, sia che appartengano al corpo stradale, sia ai manufatti ed edificj ad essa attinenti, dovranno essere eseguiti secondo i buoni sistemi e precetti dell'arte, con una solidità proporzionata all'uso cui sono destinati, e con materiali di buona qualità scelti fra i migliori che sogliono impiegarsi nelle opere pubbliche delle località attraversate dalla linea concessa o delle vicine.

Art. 25. Il Governo farà sorvegliare la buona esecuzione dei suddetti lavori e delle opere suddette per mezzo di Commissarj governativi, ai quali sarà addetto il personale tecnico necessario. Questa sorveglianza avrà per iscopo di riconoscere se siano nell'interesse pubblico adempiute le condizioni e gli obblighi imposti alla Società concessionaria dal Capitolato, e di esigere questo adempimento ove la Società medesima se ne scostasse. — Se il Commissario riconoscerà che i lavori non si eseguiscono giusta le buone regole dell'arte ed in conformità dei progetti approvati e delle condizioni stabilite, la Società dovrà farli riformare; il Commissario potrà sospenderli ove la Società non si presti a questa riforma, e l'Amministrazione Superiore potrà in tal caso farvi dar opera d'Ufficio a spese della Società medesima (*).

(*) Per la strada ferrata *Vittorio Emanuele* vennero nominati due Commissarj, l'uno dei quali tecnico e l'altro amministrativo, che hanno la missione speciale di controllare e di sorvegliare le operazioni della Società. — Col Decreto 8 ottobre 1857 venne emanato un apposito Regolamento d'ordine pubblico che determina le attribuzioni dei Regj Commissarj ed i rapporti di essi colla Società

Art. 26 La ferrovia sarà chiusa e separata dalle proprietà limitrofe con siepi, con muri di cinta, o con barriere in tutta la sua lunghezza.

Art. 27. Nei luoghi ove la ferrovia scorre sulla pendice in prossimità di precipizj, e quando non si possa disporne il profilo longitudinale in modo

in relazione a quanto fu disposto dalla Legge 15 Agosto 1857. Questo Regolamento è concepito nei seguenti termini.

Disposizioni generali.

Art. 1. Le attribuzioni dei Regi Commissarj si estendono a due periodi principali; quello della costruzione della strada di ferro, e quello del suo esercizio parziale o generale.

Art. 2. Il Governo di S. M. avendo guarentito coll'articolo 8 del Capitolato annesso alla legge 29 maggio 1853 l'interesse del 4 $1/2$ sul capitale impiegato in questa impresa dalla Compagnia Vittorio Emanuele, i Commissarj dovranno esaminare e riferire al Ministero delle Finanze ed a quello dei Lavori pubblici quali sieno le spese da comprendersi nel capitale succitato, e ciò seguendo le norme dell'art. 79 del Capitolato annesso alla legge 15 agosto 1857.

Art. 3. A questo scopo la Compagnia sarà obbligata di dare libera comunicazione ai Commissarj Regi di tutti i registri, contratti, deliberazioni del Consiglio d'Amministrazione; insomma di esibire tutti quegli atti che il Ministero giudicherà necessarj per lo scopo voluto dalla legge.

Art. 4. Ogni anno la Compagnia stabilirà due conti; uno relativo alla costruzione, l'altro all'esercizio della strada.

Questi conti saranno comunicati ai Commissarj, i quali li trasmetteranno corredati delle loro osservazioni al Ministero dei Lavori pubblici.

Il Ministro dei Lavori pubblici, di concerto col Ministro delle Finanze, procederà al loro esame, e ne promuoverà la formale approvazione con quelle modificazioni che saranno del caso per ciò che riflette la garanzia consentita dallo Stato.

Art. 5. I Commissarj amministrativi sorveglieranno l'esatta osservanza degli statuti che regolano la Società Vittorio Emanuele, ed ove risultasse loro che se ne eccedessero i termini, o non se ne seguissero le prescrizioni, dovranno fare le opportune instanze presso gli Amministratori, perchè sia rettificato l'operato, ovvero adempiuto alle disposizioni prescritte.

Se poi gli Amministratori persistessero nelle prese determinazioni, i Commissarj potranno sospenderne gli effetti e riferirne al Ministero, il quale provvederà a termini di legge.

Art. 6. I Commissarj potranno intervenire alle sedute del Consiglio d'Amministrazione ed alle assemblee generali della Compagnia.

Qualora nelle assemblee generali venissero prese determinazioni che fossero in opposizione sia alla legge del 15 agosto 1857 ed all'annesso Capitolato che agli statuti, i Commissarj saranno autorizzati ad apporre il *veto* alla deliberazione stessa, e ne riferiranno al Ministero.

Art. 7. In dette assemblee i Commissarj non permetteranno che vengano discusse proposizioni le quali non sieno state previamente annunciate al pubblico nei termini voluti dagli statuti.

Del Commissario amministrativo.

Art. 8. Il Commissario amministrativo è specialmente incaricato della sorveglianza e del controllo di tutto quanto concerne direttamente o indirettamente la parte economica della ferrovia Vittorio Emanuele, e così di dare il suo avviso sulle convenzioni od accordi che la Compagnia Vittorio Emanuele stipulasse con esteri Governi o con altre Compagnie.

Art. 9. Sino a che la fusione della ferrovia di Susa con quella Vittorio Emanuele sia completa, e dal giorno in cui la Compagnia Vittorio Emanuele assume l'esercizio di quella, il Commissario amministrativo è incaricato di vegliare specialmente a che la contabilità afferente all'esercizio della sezione medesima sia tenuta distinta e separata da quella della rimanente linea.

Il controllo del Commissario si estenderà ad invigilare a che tutte le obbligazioni derivanti alla Compagnia Vittorio Emanuele dal Capitolato della ferrovia di Susa, sia rispetto al Governo che agli azionisti, siano rigorosamente osservate.

che essa vi scorra incassata, dovrà proteggersi mediante robusti parapetti o ritegni atti ad impedire il fuorviamento dei veicoli; la struttura e modo di costruzione ed applicazione dei quali ritegni saranno determinati prima che si metta mano alla costruzione dei singoli tronchi di ferrovia.

Art. 10. Il Commissario amministrativo d'accordo con quello tecnico invigila sull'esatta osservanza di tutte le convenzioni stipulate tra il Governo e la Compagnia Vittorio Emanuele, o tra questa e le altre Compagnie summenzionate.

In caso d'inadempimento di tali convenzioni, e sempre quando la Compagnia non s'uniformi agli avvertimenti del Commissario, questi dovrà riferirne al Ministero proponendogli quelle misure che ravviserà opportune.

Art. 11. In caso di richiami della Compagnia contro privati, o di questi contro di essa, relativamente all'esercizio della strada, il Commissario amministrativo, assunte le necessarie informazioni di fatto, procurerà di comporre amichevolmente le parti; in ogni caso ne riferirà al Ministero dei Lavori pubblici.

Art. 12. Il Commissario amministrativo dovrà accertarsi che la Compagnia non faccia uso del telegrafo elettrico che pel servizio esclusivo della sua strada, e che il regolamento relativo, contemplato dall'art. 62 del Capitolato, sia esattamente osservato.

Art. 13. Nel sorvegliare perchè le tariffe approvate dal Governo siano rigorosamente applicate senza distinzione o favore di sorta verso chicchessia, sarà cura del Commissario il riconoscere se le assimilazioni di classi provvisoriamente fissate dalla Compagnia sono immediatamente sottoposte all'Amministrazione superiore, e se tutte le riduzioni di tariffe acconsentite a favore di uno o più speditori, sono state preventivamente notificate all'Amministrazione superiore, affinchè questa possa, ove lo creda, provvedere a senso dell'art. 63 del Capitolato.

Art. 14. Il Commissario darà il suo avviso sulle tariffe a stabilirsi e sulle modificazioni da arrecarsi a quelle già stabilite.

Art. 15. Sarà cura del Commissario amministrativo che il regolamento, il quale fissa le spese accessorie non menzionate nelle tariffe, come quelle di carico, scarico e deposito delle mercanzie negli scali e magazzini, approvato dal Ministero dei Lavori pubblici, sia esattamente osservato.

Avvenendo il caso che la Compagnia faccia accordi speciali con uno o più speditori per il *factage* e camionaggio, il Commissario invigilerà a che l'Amministrazione ne sia informata, onde possa, ove lo creda opportuno, stabilire che quegli accordi profitteranno a tutti quelli che ne faranno richiesta.

Art. 16. Forma oggetto di speciale vigilanza da parte del Commissario l'applicazione dell'art. 72 del Capitolato diretto ad assicurare una perfetta eguaglianza delle varie Imprese di trasporto nei loro rapporti col servizio della ferrovia.

Art. 17 Il Commissario venendo a riconoscere che il servizio postale non è eseguito nella conformità prescritta dall'art. 73 del Capitolato, ne darà pronto avviso al Ministero, suggerendo quelle misure che crederà del caso.

Lo stesso Commissario veglierà all'esatta applicazione del regolamento d'ordine pubblico relativo al servizio postale di cui è cenno all'art. 74 del Capitolato medesimo.

Art. 18. Se relativamente al trasporto che la Compagnia è obbligata di fare a metà tariffa di tutti i generi demaniali, ed al trasporto dei militari ed effetti di salmerie, dei marinai, dei doganieri, dei prigionieri e della forza armata, il Commissario avesse rilievi a fare, ne riferirà al Ministero e gli proporrà quelle misure che ravvisasse utili a regolarizzare ed a migliorare questi rispettivi servizii.

Art. 19. In applicazione del disposto dell'art. 87 del Capitolato relativo all'esenzione dei dritti doganali accordata alla Compagnia, il Commissario amministrativo, di concerto con quello tecnico, e sentita la Compagnia, farà compilare un elenco dettagliato di tutti gli oggetti riconosciuti *destinati ed indispensabili alla costruzione, esercizio e manutenzione della strada ferrata e del telegrafo elettrico.*

Questo elenco sarà trasmesso al Ministero pelle provvidenze che saranno del caso.

Art. 20. Volendo la Compagnia valersi della facoltà concessale dall'art. 88 del Capitolato di trasportare a metà tariffa sulle ferrovie dello Stato gli oggetti summentovati, dovrà farne tenere la

Massicciata, armamento e materiale fisso.

Art. 28. Fermo quanto venne più sopra stabilito agli art. 7, 8 e 9 circa il sistema ed il profilo della massicciata si dichiara ora che essa dovrà avere un'altezza non minore di metri 0, 50, e sarà composta di ghiaja naturale o

nota al Commissario amministrativo, che riconosciutala conforme allo stato di cui all'articolo precedente, trasmetterà la richiesta della Compagnia al Ministero dei lavori pubblici.

Art. 21. In caso di richiami per parte di qualche pubblica Amministrazione o di privati per danni d'ogni natura, di cui a mente dell'art. 91 del Capitolato è risponsabile la Compagnia pel fatto dei suoi agenti, il Commissario amministrativo, di concerto ove d'uopo con quello tecnico, procederà ad un sommario accertamento del fatto, e ne riferirà immediatamente al Ministero per le sue provvidenze, e ciò senza pregiudizio dell'azione civile o del procedimento giuridico cui il fatto stesso possa dar luogo.

Art. 22. Affinchè la Compagnia possa all'evenienza dei casi di forza maggiore previsti all'art. 93 del Capitolato, giustificarne al Ministero dei Lavori pubblici, nel termine voluto, la realtà e la conseguenza, essa dovrà darne immediato avviso al Commissario amministrativo, il quale di concerto ove d'uopo con quello tecnico, procederà agl'incumbenti di perizia e simili necessarj all'accertamento del fatto, ragguagliandone quindi il Ministero suddetto pelle ulteriori sue disposizioni.

Nel loro rapporto il Commissario od i Commissarj si faranno carico di tutti gli aggiunti del fatto e delle sue conseguenze, sia nell'interesse dello Stato, che della Compagnia o dei privati.

Art. 23. Sarà cura del Commissario di vegliare all'osservanza del Regio Editto 8 aprile 1847, il quale provvede alla conservazione del suolo e delle dipendenze delle strade ferrate, e ad impedire gli attentati contro la sicurezza pubblica sulle medesime; del Decreto Reale del 25 agosto 1848 relativo alla polizia delle strade ferrate, non che di quelle altre leggi e regolamenti di polizia o di sicurezza pubblica che venissero in avvenire adottati pelle ferrovie dello Stato.

Il Commissario amministrativo, d'accordo con quello tecnico, proporrà al Ministero dei Lavori pubblici, sentita la Compagnia, quelle misure o disposizioni speciali che l'esperienza additasse necessarie ad assicurare la polizia e la sicurezza dell'esercizio di tronchi parziali o dell'intiera linea.

Le citate disposizioni legislative o regolamentarie, e quelle altre che venissero decretate, dovranno essere affisse in tutte le stazioni della strada ferrata Vittorio Emanuele.

Art. 24. Il Commissario riconoscerà se gli agenti e guardie della Compagnia contemplati nell'art. 101 del Capitolato abbiano prestato il prescritto giuramento, ed in difetto curerà l'immediato adempimento di tale formalità.

Art. 25. Il Commissario sottoporrà all'approvazione del Ministero dei Lavori pubblici, sentita la Compagnia, il regolamento menzionato all'art. 102 del Capitolato, relativo agl'impieghi sulla strada ferrata da riservarsi agli antichi militari di terra e di mare liberati dal servizio, e ne curerà la progressiva applicazione.

Art. 26. Verificandosi il caso previsto all'art. 105 del Capitolato di una interruzione parziale o totale, ovvero d'irregolarità gravi nell'esercizio della strada, il Commissario prenderà immediatamente, d'accordo col Commissario tecnico, le misure necessarie per assicurare provvisoriamente il ristabilimento e la regolarità del servizio, dandone contemporaneamente avviso al Ministero dei Lavori pubblici per gli effetti contemplati nello stesso articolo.

Art. 27. La Compagnia sarà obbligata di trasmettere, nelle epoche che verranno determinate, ai Commissarj lo stato degli introiti e delle spese riguardanti l'esercizio parziale o totale della ferrovia. Le relative tabelle comprenderanno il numero dei viaggiatori e le somme incassate per il trasporto dei viaggiatori stessi e delle diverse categorie di merci.

Art. 28. Nelle ispezioni che il Commissario medesimo farà della linea, delle stazioni, nei magazzini, stabilimenti, officine, sempre quando lo creda opportuno, potrà prendere visione di tutti

di sabbia monda di terra, oppure di pietrisco delle migliori qualità di questi materiali possano trovarsi a conveniente distanza.

Art. 29. L'armamento della strada ferrata sarà fatto sopra traverse della lunghezza non minore di metri 2,60 discoste metri 0,90 da centro a centro. Esse avranno la forma semicilindrica colle dimensioni di metri 0,25 di larghezza e metri 0,125 di grossezza alla metà. — Le traverse saranno tutte

i registri della contabilità, di tutti i contratti stipulati dalla Compagnia, ed in generale di tutti i documenti e titoli giustificativi delle spese d'esercizio e di manutenzione di tutta la linea, che a semplice sua richiesta la Compagnia dovrà comunicargli a tenore del disposto dell'art. 99, alinea 7 del Capitolato.

A tale oggetto la Compagnia dovrà far riconoscere da tutti i suoi agenti il Regio Commissario quale rappresentante del Governo, incaricato del controllo e della sorveglianza amministrativa sull'esercizio della linea.

Art. 29. Il Commissario amministrativo farà trimestralmente un dettagliato rapporto al Ministero dei Lavori pubblici sull'andamento dell'esercizio di tutte le linee, e sulle particolarità dei varj servizj di cui gli è affidata la sorveglianza, proponendo al Ministero quelle riforme nei vigenti regolamenti e quelle nuove misure che crederà atte a sviluppare un maggior movimento sulla linea, od a migliorarne l'esercizio.

Esso ne trasmetterà pure una copia al Ministero delle Finanze.

Del Commissario tecnico.

Art. 30. Il Commissario tecnico è incaricato di sorvegliare alla buona manutenzione della strada ferrata, delle sue dipendenze e suoi accessorj, del suo materiale fisso e mobile, non meno che al buono e regolare esercizio della medesima.

Art. 31. Dal momento in cui la Compagnia Vittorio Emanuele assumerà l'esercizio della ferrovia di Susa, il Commissario tecnico procederà cogl' Ingegneri incaricati dell'amministrazione centrale delle strade ferrate, ed in contraddittorio degli Agenti della Compagnia, alle testimoniali di stato del corpo stradale, delle stazioni, del materiale fisso e di tutto quanto forma parte integrante della strada medesima. Sarà redatto di tale operazione apposito processo verbale per doppio originale, di cui uno rimarrà presso la Compagnia e l'altro sarà trasmesso alla detta Amministrazione Centrale.

Sarà cura del Commissario il riconoscere se la Compagnia sia provveduta del materiale mobile necessario per fare un regolare servizio sì e come è prescritto dal Capitolato di concessione della ferrovia di Susa approvato per legge 14 giugno 1852.

Art. 32. Il Commissario tecnico d'accordo con quello amministrativo veglierà a che tutte le disposizioni del Capitolato suddetto siano rigorosamente osservate.

Sarà pure sua cura il tener mano a che nel termine di sei mesi, a partire dalla sanzione legislativa del nuovo Capitolato, e non più tardi del 1.º gennajo 1858, sia costrutto ed aperto all'esercizio il tronco di ferrovia di raccordamento di cui all'art. 5 del Capitolato medesimo.

Art. 33. Il Commissario tecnico visiterà le opere d'arte ed i principali manufatti della strada, e riconoscendovi la necessità di qualche riparo, ne darà pronto avviso all'Ufficio tecnico della Compagnia, assicurandosi quindi che le necessarie riparazioni sono state eseguite.

Art. 34. Riconoscendo il bisogno di estendere o di perfezionare in qualche punto la chiusura della strada, o di provvederla di qualche casotto di cantoniere per meglio guarentire la sicurezza dell'esercizio, ne farà, sentita la Compagnia, motivata proposta al Ministero dei Lavori pubblici.

Art. 35. Qualora il Commissario venga a riconoscere qualche imperfezione nell'armamento della strada, od il bisogno del cambiamento di regoli o di traversine, di qualche meccanismo od altro materiale fisso, ne informerà immediatamente l'Ufficio tecnico della Compagnia, provocandone le volute riparazioni.

di legname sano e di essenza forte. Quando peraltro la Società si determini di farle preparare secondo un sistema di preservazione riconosciuto buono, potrà essa impiegare anche il legname di essenza dolce.

Art. 30. Le guide di ferro malleato e di buona qualità avranno il peso di chilogrammi 33 al metro corrente. Una deficienza di peso che non superi il 3 per cento sarà tollerata. Ogni pezzo di guida sarà lungo metri 5,40

Art. 36. Il Commissario tecnico invigilerà specialmente a che nessuna macchina locomotiva od altro veicolo qualunque sia messo in servizio se non è conforme al prescritto degli articoli 60 e 61 del Capitolato, e se questo materiale non è stato preventivamente collaudato dagl'Ingegneri del Governo.

Lo stesso Commissario proporrà ai Ministero, sentita la Compagnia, i regolamenti speciali menzionati all'art. 70 del Capitolato per determinare la velocità dei convogli sia dei viaggiatori che di merci, o di convogli speciali della posta, invigilando a che sia gli orarj, come gli ordini di servizio emanati dalla Compagnia, sieno ad essi conformi.

Art. 37. Venendo a riconoscere qualche guasto od imperfezione nel telegrafo elettrico destinato sia ad esclusivo servizio della ferrovia che a quello pur anche del Governo, il Commissario ne darà tosto ragguaglio all'Ispettore dei Telegrafi dello Stato per gli opportuni provvedimenti.

Art. 38. Qualora il Governo ordinasse od autorizzasse la costruzione di strade o di canali che attraversassero la strada ferrata Vittorio Emanuele, il Commissario invigilerà a che sieno da chi di ragione prese tutte le disposizioni necessarie perchè non venga a risultarne alcun ostacolo all'esercizio, nè danno o spesa per la Compagnia.

Art. 39. Il Commissario tecnico interverrà a tutte le visite di collaudazione di tronchi parziali che si volessero aprire all'esercizio e sottoscriverà egli pure il verbale di provvisoria collaudazione fatta dagl'Ingegneri delegati dal Ministero.

Lo stesso praticherà in occasione della collaudazione generale e definitiva di tutta la linea, facendo avvertire ai collaudatori quelle imperfezioni che avesse rilevato durante l'esercizio provvisorio dei tronchi.

Lo stesso Commissario assisterà alla misura della strada di cui all'articolo 97 del Capitolato, sorveglierà la redazione del piano cadastrale, e sottoscriverà al processo verbale di cui in detto articolo.

Art. 40. Se la strada ferrata e tutte le sue dipendenze non sono costantemente mantenute in buono stato ed in guisa che la circolazione sia sempre facile e sicura, il Commissario ne farà rapporto al Ministero dei Lavori pubblici, e curerà l'esecuzione dei suoi provvedimenti.

Riconosciuta l'inosservanza di questi per parte della Compagnia, il Commissario proporrà i mezzi di provvedervi d'ufficio a maggiori spese della medesima, a mente dell'articolo 98 del Capitolato.

Art. 41. Il Commissario si assicurerà che i magazzini della Compagnia, non meno che le officine, sieno provviste delle materie, macchine ed utensili necessarj al sicuro e compiuto esercizio ed alla costante manutenzione in buono stato della ferrovia e suoi accessorj.

Art. 42. Il Commissario sorveglierà che nessun macchinista entri in servizio senza il gradimento dell'Amministrazione, e che questo personale sia soggetto alle stesse regole applicate a quello in servizio sulle ferrovie dello Stato (art. 101 del Capitolato).

Art. 43. La Compagnia sarà tenuta a comunicare in progetto al Commissario tecnico tutti i regolamenti e ordini di servizio che essa intende applicare all'esercizio della sua strada.

Nel rassegnarli all'approvazione del Ministro dei Lavori pubblici, il Commissario dovrà corredarli del suo avviso, ed approvati dovrà curarne l'esatta osservanza (art. 103 del Capitolato).

Art. 44. Verificandosi il caso di guerra previsto all'articolo 106 del Capitolato il Commissario invigilerà all'applicazione delle relative disposizioni, e proporrà, occorrendo, l'indennità ivi contemplata.

Art. 45. Saranno comuni ed applicate al Commissario tecnico le disposizioni degli art. 28, 29 del presente regolamento.

corrispondente alle distanze di sei traverse. Sarà però concesso di impiegare quella quantità di guide di minore lunghezza che sarà richiesta pei tratti di strada curvilinei.

I cuscinetti in ghisa avranno il peso di chilogrammi 10 e saranno di buona ghisa e di ben riuscita fusione.

Art. 31. Le estremità di due guide successive del binario dovranno essere congiunte con lame di ferro inchiavandole (*à éclisses*) adottando per questo lavoro il sistema che all'epoca di sua applicazione sarà stato riconosciuto il migliore. Così dicasi per l'armamento dei raddoppiamenti dei binarj nelle stazioni od altri luoghi.

Art. 32. I cambiamenti di rotaja pel passaggio dall'uno all'altro binario saranno costrutti seguendo i migliori sistemi adottati sulle linee dello Stato.

Art. 33. Se prima od anche dopo la concessione di questa strada ferrata verrà dimostrata dall'esperienza l'utilità di qualche altro sistema di armamento più sicuro e più economico di quello ora prescritto, la Società potrà domandarne l'applicazione, restando però obbligata ad eseguire il detto sistema, qualora quello che si vorrebbe sostituire non fosse giudicato soddisfacente dagli uffici tecnici.

Art. 34. In ogni caso però la distanza delle superficie interne delle guide di ferro, ossia la larghezza normale del binario, non che l'intervallo fra l'una e l'altra rotaja, in quei tronchi di ferrovia in cui fosse applicato un doppio binario, saranno identici a quelli adottati sulle ferrovie dello Stato.

Oltre ai binarj doppi nelle stazioni, sviluppati quanto è richiesto dal pronto e sicuro servizio coi necessarj cambiamenti di rotaja (sviatoi), le stazioni stesse saranno provvedute anche delle piatteforme, grue, bilancie, pese a bilico, vasche d'acqua per alimentare le caldaje, e di quanto altro possa occorrere per il buon servizio medesimo. — Tutto questo materiale sarà di buona qualità e costrutto secondo i migliori modelli. — Le sale d'aspetto saranno mobigliate con comodità e decoro sufficienti e proporzionate all'importanza delle stazioni ed alla classe a cui appartengono. Le latrine d'uso pubblico saranno decenti e collocate opportunamente.

Materiale mobile e telegrafo.

Art. 35. La Società dovrà provvedersi di ogni specie di materiale mobile che è necessario per un completo servizio della strada ferrata, cioè di locomotive, vagoni pei viaggiatori, vagoni pei bagagli, vagoni o carri per le merci sia coperti che scoperti, carri matti o *trucks* pel trasporto delle vetture ordinarie, vagoni appositi pel trasporto dei cavalli, vagoni pel trasporto di altro bestiame grosso e minuto, ecc.

Art. 36. Tutto questo materiale dovrà essere della migliore qualità e costrutto secondo i migliori modelli, nè potrà essere messo in servizio prima

di essere approvato da una Commissione nominata dall' Amministrazione Superiore.

Art. 37. Le vetture di ogni classe pei viaggiatori dovranno essere coperte. — Quelle di prima e seconda classe saranno chiuse lateralmente da invetriate — Per quella di terza classe basterà che dai lati siano munite da cortine di cuojo. — La Società potrà stabilire delle vetture miste i cui compartimenti avranno le condizioni della Classe a cui sono destinati. — Essa potrà anche stabilire vetture di lusso, per le quali i viaggiatori corrisponderanno prezzi eccezionali.

Art. 38. Le caldaje delle locomotive saranno assoggettate a quelle prove di resistenza che verranno prescritte dall'Amministrazione Superiore.

Art. 39. Il numero delle locomotive, non meno che quello di ogni altra specie di veicoli di cui dovrà provvedersi la Società, verrà stabilito fin da principio, e si manterrà in seguito in giusta proporzione colla estensione della linea concessa, e col movimento che si determinerà sopra di essa. — Perciò se a qualunque epoca dopo l' apertura della strada all' esercizio, l' Amministrazione Superiore riconoscesse insufficiente il materiale mobile di cui la Società può disporre, avrà il diritto di imporle quegli aumenti che saranno riconosciuti necessarj.

Art. 40. La Società dovrà stabilire sulla strada ferrata una linea di telegrafia elettrica per l'esclusivo servizio della locomozione, secondo il sistema che sarà da essa proposto ed approvato dal Governo. — Potrà pure la Società servirsi dei pali della linea telegrafica dello Stato, applicandovi, sotto la sorveglianza della Direzione dei telegrafi, i fili necessarj al proprio servizio per porre la linea medesima in comunicazione colle stazioni dove eserciterà il telegrafo colle proprie macchine e personale. — La Società però pagherà un'equa indennizzazione al Governo per l'uso comune dei pali, ed in seguito ne sosterrà la manutenzione in parti eguali.

Norme per la manutenzione ed esercizio.

Art. 41. La Società concessionaria è obbligata a mantenere continuamente in buono stato di conservazione la strada ferrata e le opere tutte che la compongono ed attinenti, come sono le stazioni ed annessi fabbricati, le tettoje di carico e scarico, gli uffici, le case cantoniere, i caselli di guardia e qualunque altro edificio, non meno che le macchine fisse ed ogni altro oggetto immobile. Incombe alla Società lo stesso obbligo di lodevole conservazione di tutto il materiale circolante necessario per l' esercizio della strada, quali sono le macchine locomotive coi loro *tenders*, i veicoli di locomozione, come vagoni pei viaggiatori, carri e vagoni per le merci, bestiame, ecc. — A questo fine l' esercizio e la manutenzione della strada saranno assoggettati ad una

continua vigilanza esercitata da ufficiali a ciò incaricati dall'Amministrazione Superiore.

Art. 42. Finchè l'annuo prodotto lordo della strada per ciascun chilometro non avrà raggiunta la somma stabilita nel Capitolato di concessione come minimo ragguagliato che fosse stato assicurato dal Governo, la sorveglianza di cui all'articolo precedente sarà esercitata, non solo per garantire la sicurezza pubblica ed un conveniente e sufficiente servizio della popolazione, ma ancora perchè occorrendo siano date quelle disposizioni che giovino entro giusti limiti di spesa, e sentita la Società a promovere un maggior movimento sia di persone sia di merci. — Perciò la Società dovrà mantenere la strada ferrata e disciplinare l' esercizio in modo da evitare non solo gli sviamenti ed altre cagioni di eventi sinistri, ma dovrà di più procurare che il transito sia ovunque agevole per le persone, e non sia occasione di danni e di guasti per le merci.

Art. 43. Allo stesso fine dovrà la Società tenere continuamente provveduta la strada ferrata di veicoli in servizio tanto per le persone, quanto pel bestiame e per le merci in quel numero, qualità e stato che si giudicherà necessario, affinchè si possa promovere un movimento atto a dare un annuo prodotto lordo ragguagliato, non minore della somma stata assicurata per ciascun chilometro.

Art. 44. La sorveglianza esercitata dall'Amministrazione Superiore finchè l'annuo prodotto lordo non raggiunga il minimo assicurato, si estenderà anche a riconoscere se il servizio venga egualmente eseguito da un personale sufficiente e capace, tanto nelle stazioni, quanto lungo la strada, ed occorrendo l'Amministrazione Superiore potrà prescrivere quegli aumenti e cambiamenti nel personale medesimo, e quelle disposizioni negli ordini di servizio che siano richiesti per favorire un maggior concorso ed un aumento nel prodotto lordo.

Art. 45. Allorquando l'annuo prodotto lordo ragguagliato raggiunge il minimo assicurato per chilometro, la sorveglianza esercitata dall'Amministrazione Superiore verrà limitata tanto nel rispetto della manutenzione della strada quanto in quello dell'esercizio e del servizio al solo scopo di guarentire la pubblica sicurezza, e di soddisfare convenientemente ai bisogni delle popolazioni.

Art. 46. Se la strada ferrata, od i suoi tronchi speciali, messi anticipatamente in esercizio, non saranno costantemente mantenuti in buono stato, e se malgrado le diffidazioni la Società non farà in tempo le riparazioni, vi si provvederà d' Ufficio a cura dell'Amministrazione ed a spese della Società medesima.

Art. 47. L'Amministrazione Superiore, sentita previamente la Società, fisserà gli orarj delle corse sulla linea concessa, in modo che corrispondano ad una ben regolata celerità dei convogli ordinarj dei viaggiatori e delle

merci, non meno che dei convogli accelerati o di posta, avuto riguardo alla strettezza delle curve.

Art. 48. Si potranno stabilire dalla Società delle corse speciali e temporarie da luogo a luogo sulla linea in occasione di fiere, feste, mercati, ecc., ma anche gli orari di queste corse speciali dovranno essere comunicati all'Amministrazione Superiore e riportarne l'approvazione.

Art. 49. Se dopo che il prodotto lordo annuo ha raggiunto il minimo assicurato accadesse per qualsivoglia motivo, o fortuito o dipendente da meno ben condotta gestione per parte della Società, che il prodotto lordo medesimo tornasse a discendere sotto il detto minimo, il Governo ristabilirà la sorveglianza sulla manutenzione e sull'esercizio nei termini indicati dai precedenti articoli e tornerà ad esercitare la facoltà che gli è riservata di accrescere ed ordinare le cose giusta quanto venne più sopra indicato.

Privilegi e tariffe.

Art. 50. La presente concessione sarà duratura per 99 anni. Questo periodo incomincierà dal momento in cui la Società avrà messo in esercizio la strada. — Facendo questa concessione il Governo si obbliga di non accordare alcun' altra linea di ferrovie che vadano dall'uno all'altro punto della strada che forma il soggetto della presente concessione.

Art. 51. È però riservata la facoltà di concedere strade ferrate in diramazione della linea medesima. — Queste diramazioni partiranno dalle stazioni della linea principale, e le Società si metteranno d'accordo per fissare il servizio comune delle medesime stazioni ed in caso di non avvenuto componimento interverrà il Governo per determinare il modo ed i relativi compensi.

Art. 52. Per indennizzare la Società dei lavori e delle spese che essa assume col presente Capitolato, e sotto l'espressa condizione che ne adempirà esattamente tutti gli obblighi, le viene concessa per tutto il periodo determinato dal precedente art. 50, l' autorizzazione di riscuotere le tasse di trasporto in base a quelle medesime tariffe che sono in vigore per la strada ferrata dello Stato da Torino a Genova (*veggasi alla pag.* 502). Queste medesime tariffe saranno applicate alle sezioni e tronchi che venissero aperti all' esercizio prima dell' ultimazione dell' intera linea.

Art. 53. L' applicazione delle tariffe si farà parimenti colle stesse norme fissate per la detta strada ferrata dello Stato, e sotto l' osservanza di un Regolamento proposto dalla Società ed approvato dal Governo.

Art. 54. Finchè il prodotto lordo per chilometro ragguagliato su tutta la lunghezza della linea non raggiunga il minimo assicurato, la Società non potrà introdurre alcun cambiamento nelle tariffe senza esserne anticipatamente autorizzata dall' Amministrazione Superiore. — Quando il detto minimo di

annuo prodotto lordo sia raggiunto, e finchè esso si mantenga, la Società potrà ribassare le sue tariffe, ma non potrà nemmeno in questo caso rialzarle senza il consenso del Governo.

Art. 55. Come pure non potrà la Società portare, senza il consenso del Governo, in una classe superiore un genere compreso in una inferiore, ma le sarà libero di portarlo da una classe superiore ad una inferiore quando il prodotto lordo raggiunga e si mantenga al suddetto minimo assicurato. — Nel caso suindicato questa facoltà di ribassare le tariffe senza il consenso del Governo le è accordata anche pei tempi, tronchi di ferrovia, e circostanze speciali, come di feste, fiere e mercati.

Art. 56. La Società potrà pure stipulare convenzioni speciali cogli speditori ed impresari di trasporti per via di terra e di acqua, convenendo con loro ribassi di tariffa ed altre facilitazioni, previo sempre il consenso del Governo finchè l'annuo prodotto brutto non raggiunga il minimo assicurato, e liberamente quando questo limite sia raggiunto e si mantenga. — In ogni caso essa sarà obbligata ad estendere le convenzioni medesime a quanti altri speditori ed intraprenditori di trasporti glielo richiedessero alle stesse condizioni. — Tali ribassi e facilitazioni una volta accordati, non potranno essere tolti se non dopo che sarà trascorso almeno il periodo di un anno.

Art. 57. Le spese accessorie, come sono quelle di carico, scarico, deposito e magazzinaggio nelle stazioni della strada ferrata e locali attinenti, e relativi diritti di sosta, saranno fissate da un apposito regolamento da sottoporsi alla approvazione dell'Amministrazione Superiore, salvo sempre alla Società la facoltà di ribassarle anche senza la previa autorizzazione del Governo nel caso dei precedenti articoli.

Art. 58. Le tariffe ed i regolamenti di cui negli articoli precedenti dovranno rimanere costantemente affissi in tutte le stazioni tanto principali quanto secondarie, ed in luogo in cui possano essere facilmente vedute da ognuno. E quando vi siano portate variazioni, dovranno essere pubblicate di nuovo. Per le variazioni di tariffa le nuove pubblicazioni dovranno precedere almeno quindici giorni l'epoca in cui verranno messe in attività.

Art. 59. Mercè la percezione dei diritti ai prezzi stabiliti colle relative tariffe e sotto l'osservanza dei precetti contenuti in questo Capitolato la Società contrae l'obbligo di eseguire costantemente con esattezza, prontezza e senza concedere preferenza a chicchessia, il trasporto dei viaggiatori, dei bestiami, delle derrate, merci e materie di ogni natura che le saranno consegnate, salve le eccezioni stabilite nelle citate tariffe per le ferrovie dello Stato.

Art. 60. Se non intervengono circostanze speciali, ogni convoglio ordinario e regolare di viaggiatori dovrà contenere un numero sufficiente di vetture di ogni classe pel servizio dei viaggiatori che si presenteranno nelle singole stazioni.

Obblighi ed oneri speciali di un' Impresa.

Art. 61. La Società che rimane concessionaria di una strada con o senza concorso, ma che non si fosse regolarmente costituita in Società anonima a termini delle leggi dello Stato nell' intervallo di tempo accordato, dovrà costituirsi in tal guisa entro un tempo da determinarsi nell'atto che viene aggiudicata l' impresa.

Art. 62. Essa dovrà dare nello stesso periodo la cauzione di una data somma per l'esatto adempimento degli obblighi assunti, sia in numerario od in effetti pubblici dello Stato, che sono ricevuti al valore nominale, ossia al corso d'emissione. — Non adempiendosi a questi due obblighi nel termine prefisso, la concessione si intenderà come non avvenuta, senza che occorra alcuna diffida o costituzione in mora.

Art. 63. Costituita secondo le leggi dello Stato la Società anonima e fatto il suddetto deposito a cauzione, il Governo stipulerà coi legittimi rappresentanti della Società stessa l' atto formale di concessione in base al presente Capitolato. — Non più tardi di quattro mesi a datare da questa stipulazione la Società dovrà dare principio ai lavori.

Art. 64. La somma che sarà depositata a cauzione nelle Casse di finanza, verrà restituita alla Società in rate eguali a misura che si farà constare con atti autentici dell'acquisto dei terreni, dell'esecuzione di lavori e forniture sul luogo di materiali per l'ammontare almeno doppio della rata di che si domanda la restituzione. Un' ultima somma della detta cauzione non verrà restituita che dopo il compimento e la collaudazione delle opere.

Art. 65. La strada con tutti i suoi accessorj verrà compiuta nel periodo di... anni dalla data della stipulazione definitiva della concessione e verrà corredata di tutto il materiale fisso e mobile che sarà giudicato necessario per poterla aprire all'esercizio in modo sicuro e permanente.

Art. 66. La contribuzione o imposta prediale della strada sarà a carico della Società e sarà stabilita in proporzione di superficie e della quota d'imposta che i terreni pagavano antecedentemente. — Le stazioni, tettoje, rimesse, magazzini ed altri fabbricati qualunque, attinenti al servizio della strada ferrata saranno imposti per parificazione ad altri fabbricati delle località in cui sono situati.

Art. 67. Il servizio di posta per tutte le lettere e pei dispacci del Governo da un'estremità all'altra della linea o da luogo a luogo della medesima sarà fatto gratuitamente dalla Società nel seguente modo:

1.° Nei treni ordinarj dei viaggiatori e di merci che saranno designati dall'Amministrazione Superiore, la Società sarà obbligata di riservare gratuitamente un compartimento speciale abbastanza vasto pei bisogni dell'Ammi-

nistrazione delle poste destinato a ricevervi oltre alle valigie delle lettere e dei dispacci anche l'agente postale incaricato di questo servizio.

2.° Se il volume delle valigie di posta e le circostanze del servizio rendono necessario l'impiego di vetture speciali, ovvero se l'Amministrazione delle poste vuole stabilire degli ufficj postali ambulanti, la Società sarà obbligata di fare il trasporto di questi veicoli con qualsivoglia treno ordinario sia di andata che di ritorno; essi però saranno costrutti e mantenuti a spese dell'Amministrazione stessa.

3.° L'Amministrazione delle poste non potrà esigere alcun cambiamento nè negli orarj, nè nel corso, o fermata dei convogli ordinarj. Se essa vorrà servirsi di un treno speciale regolare o di un treno speciale che corra con velocità eccezionale, la Società non potrà rifiutarvisi, ma in questi casi la medesima verrà compensata delle spese, che saranno determinate di buon accordo od a giudizio di periti.

4.° Quando l'Amministrazione delle poste domandi un convoglio speciale, la Società avrà diritto di aggiungervi vetture per viaggiatori di ogni classe e vagoni per trasporto di merci a grande velocità a suo proprio profitto, purchè il servizio postale non ne sia pregiudicato.

5.° Il peso delle vetture che l'Amministrazione delle poste costruisce e mantiene a sue spese come al N. 2 non potrà col carico eccedere 4 mila chilogrammi; per un peso maggiore fino ad 8 mila chilogrammi l'Amministrazione stessa pagherà in ragione di tariffa. — Oltre agli 8 mila chilogrammi la Società non è obbligata al trasporto.

6.° Finchè non è compiuto interamente lo sviluppo della linea concessa dovrà la Società prestarsi a trasportare gratuitamente sui tronchi anticipatamente messi in esercizio coi convogli ordinarj, le vetture del corriere montate sui *trucks*, che saranno pure forniti gratuitamente.

7.° Nelle stazioni in cui l'Amministrazione delle poste lo giudicherà necessario, la Società dovrà, per un prezzo da stabilirsi d'accordo, cedere l'uso di un locale sufficiente per ufficio postale e per deposito delle valigie opportunamente collocato, purchè non comprometta il servizio della Società e non la obblighi a costruzioni o lavori speciali.

8.° L'Amministrazione Superiore si riserva il diritto di stabilire a sue spese gli stanti ed apparecchi necessarj per lo scambio dei dispacci a convoglio corrente, fermo che questi stanti ed apparecchi per la loro natura e disposizione non siano di impedimento nè di pericolo alla circolazione dei convogli ed al servizio delle stazioni.

9.° L'Amministrazione delle poste rinunciando alla facoltà concessale ai N. 1 e 6 di quest'articolo, potrà invece richiedere dalla Società che i Capi-convoglio ricevano essi i pacchi di lettere e dispacci per consegnarli ai capi delle diverse stazioni, i quali da parte loro ne faranno consegna a quegli

agenti o delegati dell'Amministrazione delle poste che saranno incaricati di venirli a ricevere nelle stazioni medesime.

Art. 68. La Società è obbligata di trasportare per la metà del prezzo portato dalle tariffe, il sale, tabacco, ed altri generi di regia privativa che si spediscono per conto delle Finanze.

Art. 69. Il trasporto dei militari con armi e bagaglio e di marinai della R. Marina muniti gli uni e gli altri di fogli speciali di via, sarà fatto a metà prezzo delle tariffe nelle vetture di seconda e terza classe, sia che viaggino in corpo, sia che viaggino individualmente.

Art. 70. Se il Governo avrà bisogno di spedire truppe o materiale di qualunque specie ad un punto qualsiasi della linea concessa, la Società sarà tenuta di mettere tosto a sua disposizione per la metà del prezzo di tariffa tutti i mezzi di trasporto di cui essa dispone per l' esercizio della linea medesima.

Art. 71. Se per caso di guerra, il Governo facesse rimovere le rotaje ed intercettare in qualunque modo la strada ferrata, egli ne sosterrà la spesa, ma la Società non potrà opporvisi, nè avrà il diritto di alcuna indennità pel sospeso esercizio. Cessate le circostanze di questa interruzione, la strada ferrata sarà però ristabilita nel pristino stato a spese del Governo. — In tutti i casi di guerra, nei quali avrà luogo un' interruzione di servizio, la guarentigia della rendita lorda, più sopra stabilita, sarà ridotta pei tratti in cui verrà interrotto l'esercizio a L. 16 mila per chilometro.

Art. 72. Il trasporto dei prigionieri e della scorta loro sarà fatta a metà tariffa di terza classe. — I prigionieri saranno collocati in vetture cellulari fornite e mantenute dalla Superiore Amministrazione. — Il trasporto di queste vetture sarà gratuito tanto allorchè portano i prigionieri come quando devono, dietro richiesta dell'Amministrazione, essere trasportate vuote coi convogli a piccola velocità da un punto all'altro della linea.

Art. 73. La Società sarà pure tenuta al trasporto gratuito nelle vetture di qualunque classe dei commissarj del Governo, degli agenti della dogana, degli ufficiali del telegrafo, degli ingegneri e di altri funzionarj incaricati di visite e ricognizioni lungo la strada ferrata.

Art. 74. Le spese tutte relative alle visite di collaudazione, tanto parziali quanto generali, come quelle di sorveglianza, sia durante la costruzione che nel tempo dell'esercizio, sono a carico della Società; compresi gli onorarj dei Commissarj ed altri ufficiali delegati dell'Amministrazione Superiore, la quale ne fisserà l'ammontare.

Favori speciali concessi all'Impresa.

Art. 75. Il Governo garantisce alla Società concessionaria che assumerà a suo rischio e pericolo ed a tutte sue spese la costruzione e l'esercizio a

termini del presente Capitolato, un minimo di annuo prodotto lordo che non potrà eccedere le L. 25 mila per chilometro ragguagliatamente (*).

Art. 76. Fra le Società che si presenteranno al concorso per ottenere la concessione sarà perciò preferita quella che, fermo l'adempimento di tutte le altre condizioni del presente Capitolato, farà il maggiore ribasso sul detto minimo di annuo prodotto lordo, assicurato secondo quanto venne stabilito dalle norme per conseguire l'accennata concessione.

Art. 77. Tale guarentigia di detto prodotto lordo comincierà ad aver effetto quando saranno interamente compiti i lavori ed aperta l'intera linea all'esercizio.

Art. 78. La linea di strada ferrata che forma soggetto di questo Capitolato è dichiarata opera di pubblica utilità, e quindi sono ad essa applicate le disposizioni delle regie patenti 6 aprile 1839 risguardanti le espropriazioni ed i compensi che la Società concessionaria dovrà dare ai proprietarj espropriandi, come altresì le formalità necessarie per la liberazione dei terreni dai pesi e dalle ipoteche. — È pure autorizzata, colle norme accennate nelle stesse patenti, l'estrazione delle terre d'imprestito necessarie alla costruzione della strada ferrata, l'occupazione temporanea dei terreni occorrenti per le strade di servizio provvisorie e passi necessarj a dare uno sfogo momentaneo alle acque o per altri servizi relativi alla costruzione della strada ferrata sino al compimento di questa, non meno che quelle occupazioni stabili accessorie che si rendessero necessarie per ristabilire comunicazioni soppresse o modificate o per variazioni di correnti d'acqua richieste dalla costruzione della strada.

Art. 79. Se in qualche tronco della linea, l'estensione delle proprietà cinte sia tale che renda necessaria l'estrazione di materiali dalla proprietà stessa, il Governo, in seguito a domanda della Società in cui siano descritti i terreni chiusi e indicati i materiali che si vorrebbero estrarre, e sentite le Autorità locali e il Consiglio speciale delle strade ferrate, potrà promovere l'emanazione di un Decreto Reale per autorizzare la detta estrazione, previo un giusto compenso di materiali estratti di qualunque natura essi siano, da stabilirsi per amichevole componimento o nelle vie legali e con obbligo alla Società del rifacimento di ogni danno recato e della restituzione in pristino della cinta che fosse stata manomessa.

Art. 80. Saranno del pari applicate a questa strada ferrata le disposizioni dell'Editto 8 aprile 1847, del regio Decreto 25 agosto 1848, non che le leggi ed i regolamenti di polizia e pubblica sicurezza, attualmente in vigore, o che poi emanassero in seguito per le strade ferrate dello Stato.

Art. 81. Per tutti i contratti ed atti qualunque che la Società concessionaria stipulerà relativamente ed esclusivamente all'impresa che assume, e

(*) Questa somma variò secondo le circostanze.

secondo i patti della concessione, saranno accordate alla Società medesima per rispetto ai diritti d'insinuazione le stesse facilitazioni che già vennero accordate a Società di simil genere più favorite. — Gli atti di dismissione delle proprietà da occuparsi definitivamente o temporaneamente per lo stabilimento della strada ferrata e sue dipendenze ed accessorj potranno estendersi nella forma di un semplice verbale, in cui sarà facoltativo di comprenderne varj.

Art. 82. È accordata alla Società concessionaria la libera importazione, esente da ogni dazio di entrata, di tutti i ferri, macchine, strumenti ed utensili esclusivamente destinati ed assolutamente necessarj alla costruzione, esercizio e manutenzione della strada ferrata. — Dovrà però la Società concessionaria assoggettarsi a tutte le cautele che a tale riguardo venissero prescritte dal Ministero delle finanze.

Art. 83. I trasporti dei suddetti materiali e macchinismi che la Società volesse eseguire sulla strada ferrata dello Stato, godranno pure di una tariffa di favore, cioè della diminuzione del 40 per cento sulle tariffe delle classi a cui appartengono. Per evitare il caso che materiali provenienti dall'estero e destinati all'armamento ed al compiuto servizio della linea concessa, trasportati sul sito fossero rifiutati, si concede che l'accettazione loro, con quelle norme medesime che furono osservate per altre ferrovie, possa essere fatta alle fabbriche mediante l'intervento di un delegato dell'Amministrazione Superiore e a spese della Società concessionaria.

Art. 84. È accordata alla Società la facoltà di mettere in esercizio anticipatamente alcuni tronchi della linea concessa a misura che si compiano: queste parti di linea dovranno però subire prima di essere messe in esercizio una collaudazione parziale, la quale non escluderà la collaudazione generale prescritta da questo Capitolato. — Per l'apertura di questi tronchi parziali basterà che la Società sia provveduta di quella quantità di materiale mobile che la Commissione di collaudo giudicherà sufficiente per il limitato servizio corrispondente.

Art. 85. Il Governo prende impegno di favorire ed approvare i sagrificj che i comuni ed altri corpi morali tutelati, fossero disposti a fare a pro della Società, purchè questi sagrifici stieno nei limiti acconsentiti dalle forze economiche dei rispettivi corpi morali, e siano proporzionati all'utilità che essi possono ripromettersi dall'attuazione della strada ferrata (*).

(*) Ove trattossi di strade ferrate percorrenti il litorale il Governo ha concesso gratuitamente alla Società i terreni arenili infruttiferi, lungo la spiaggia che potevano essere occupati dalla sede stradale e sue attinenze, salvo i riguardi alla navigazione ed alle arti marittime e sempre che i terreni medesimi non si fossero di già ceduti od affittati a terzi. — In questo caso la Società doveva indennizzare i concessionarj a termini di legge.

Collaudo, comparticipazione degli utili, facoltà di riscattare la strada ferrata e sua reversione allo Stato.

Art. 86. Compiuta la linea concessa, l'Amministrazione Superiore ne farà eseguire un generale collaudo per mezzo di una commissione in contraddittorio coi delegati della Società. — Tale collaudo si riferirà a tutte le opere costituenti il corpo stradale, all'armamento, alle case di guardia ed alle stazioni e loro edificj accessorj, al materiale fisso ed al materiale mobile, ed avrà per iscopo di assicurarsi che siano state adempiute le prescrizioni di questo Capitolato e che nell'apertura della linea sia guarentita la sicurezza pubblica ed il servizio possa riuscire regolare, compiuto e permanente.

Art. 87. Ultimata e collaudata la linea, la Società farà procedere in contraddittorio di un commissario delegato dall'Amministrazione Superiore a testimoniali di Stato, non che alla formazione di un piano geometrico, sulla scala di uno a 2 500, della strada ferrata, dei suoi fabbricati e di tutte le parti annesse e dipendenti. — Il processo verbale di ricognizione, come pure il piano geometrico di delimitazione, saranno formati a tutte spese della Società in due originali, l'uno ad uso della medesima, l'altro dell'Amministrazione Superiore, a cui sarà trasmesso.

Art. 88. Se all'epoca del collaudo si troveranno mancanze o difetti contro le prescrizioni dell'Atto di concessione, la Società dovrà tosto porvi riparo; ove essa non si prestasse a ciò, vi supplirà l'Amministrazione Superiore, che potrà a quest'uopo prevalersi della somma rimasta in deposito; se questa somma non fosse sufficiente, si compenserà sui primi prodotti della strada, aperta che sia all'esercizio, sui quali il pagamento di questo compenso avrà la prelazione ad ogni altra spesa.

Art. 89. Quando la strada sarà debitamente compiuta e collaudata, e che non vi siano riclami dei proprietarj danneggiati, la Società avrà il diritto di ricuperare la somma rimasta in deposito, compensate le spese che l'Amministrazione Superiore avesse dovuto incontrare d'Ufficio nel caso contemplato dall'articolo precedente.

Art. 90. Dalla data dell'Atto di collaudo, che dichiara potersi aprire l'intera linea concessa all'esercizio, la Società è messa in pieno diritto di goderne integralmente i prodotti senza comparticipazione alcuna dello Stato per quindici anni, qualunque sia l'ammontare dei prodotti medesimi.

Art. 91. Ma se dopo i quindici anni venisse a risultare dai conti della Società che il prodotto netto della strada ferrata, calcolato sul medio dell'ultimo quinquennio, eccede il 10 per cento del capitale sociale, la metà di questa eccedenza sarà versata nelle casse di Finanza a pro del pubblico Tesoro. — Per prodotto netto intendesi quello che rimane del prodotto lordo detratte

le spese d'esercizio, di manutenzione ordinaria e straordinaria, i canoni, le imposte da pagarsi, le spese di amministrazione, il fondo di riserva e quello d'ammortizzazione stabilito nello Statuto sociale e gli interessi delle obbligazioni e dei prestiti che la Società avesse contratti.

Art. 92. Dopo il periodo di 30 anni dalla suddetta data potrà il Governo riscattare in qualunque tempo la concessione dell'intera strada ferrata; dovrà però darne avviso alla Società almeno un anno prima che si venga a questo atto di espropriazione. Per regolare il prezzo di tale riscatto si terranno a calcolo gli utili netti ottenuti dalla Società nel corso degli ultimi cinque anni precedenti, quelli in cui si vorrà effettuare il riscatto, e si dedurranno le due annate meno produttive, e si stabilirà il medio netto delle altre tre. — Determinato così il prodotto netto, lo si capitalizzerà in ragione del 100 di capitale per 5 di rendita; quindi fatta la stima del materiale mobile, come macchine di locomozione, carri, vagoni, utensili, arredi delle stazioni, di tutto ciò insomma che non forma corpo della strada ferrata e non è infisso al suolo, si pagherà integralmente alla Società il valore di questo materiale entro il termine di un anno. — Sottratto il valore dei mobili suddetti dal capitale come sopra costituito, si corrisponderà alla Società sul rimanente capitale il cinque per cento fisso alla scadenza del periodo della concessione, ovvero le si pagherà al momento del riscatto il capitale corrispondente a tale comodità nel ragguaglio pur sempre del 5 per cento di interesse.

Art. 93. Alla scadenza della durata della presente concessione e pel fatto solo di tale scadenza il Governo entrerà in possesso della strada ferrata, suoi annessi, connessi e dipendenze, surrogando la Società in tutti i suoi diritti e nell' usufrutto e pieno godimento di tutti i prodotti ed utili di qualunque natura della strada stessa.

Art. 94. La Società sarà quindi tenuta di consegnare al Governo in buono stato di conservazione la strada ferrata e tutte le opere che la compongono e quelle attinenti e dipendenti, come sono le stazioni colle fabbriche tutte che vi sono comprese, porticati di carico e scarico, ufficj, case di guardia e di vigilanza, ed ogni altro edificio, non meno che le macchine fisse, ed in generale tutti gli oggetti immobili non aventi per destinazione speciale il servizio dei trasporti.

Art. 95. Se durante gli ultimi cinque anni precedenti l' epoca della scadenza della concessione, la Società non si porrà in grado di soddisfare esattamente al disposto dell' articolo precedente, il Governo sarà in diritto di sequestrare il prodotto della strada e valersene per eseguire d'ufficio i lavori che rimanessero imperfetti.

Art. 96. Gli oggetti mobili, come macchine di locomozione, carri, vagoni e vetture d'ogni specie ed in generale tutti gli oggetti non compresi nel precedente art. 94, cederanno allo Stato ove siano riconosciuti servibili all'esercizio

ed alla manutenzione della strada; ma di tutti questi oggetti mobili ne sarà pagato alla Società il valore a prezzo di stima entro un anno dalla scadenza della concessione. Lo Stato farà parimenti acquisto a prezzo di stima del combustibile, olj, ferri, legnami ed altri materiali e approvvigionamenti che si trovassero nei magazzini della Società, limitatamente però alla quantità che si riconoscerà sufficiente all'esercizio ed alla manutenzione delle strade per sei mesi.

Casi di penalità, decadenza e procedimento relativo.

Art. 97. Se nel periodo fissato all'art. 63 e dopo una formale ingiunzione fatta dall'Amministrazione Superiore alla Società, nel corso della prima metà dell'ultimo mese del periodo stesso, questa non si fosse messa in grado di cominciare e continuare i lavori, perderà la metà del deposito della cauzione che sarà devoluta al Governo, a meno che essa non faccia constare regolarmente d'impedimenti provenienti da forza maggiore ed indipendenti da fatto proprio. — La Società però potrà essere rimessa in pristino, accordandole un prolungamento al detto periodo; ma in questo caso dovrà reintegrare il deposito nelle casse dello Stato, sino alla somma determinata. — Lasciando trascorrere anche il prolungato periodo senza dar mano ai lavori, essa perderà l'intero rinnovato deposito e decadrà definitivamente dalla concessione.

Art. 98. Qualora alla scadenza dei termini fissati nei precedenti articoli pel compimento ed apertura della linea concessa, la Società non abbia data piena esecuzione alle contratte obbligazioni senza aver fatto constare di impedimenti di forza maggiore del tutto indipendenti dal fatto proprio, essa s'intenderà di pieno diritto scaduta dalla concessione senza che occorra alcuna costituzione in mora. — In tal caso la porzione della cauzione che non fosse per anco restituita, ed il valore dei terreni ed opere d'arte sino all'ammontare dell'intera cauzione medesima, si intenderanno di pieno diritto passati in proprietà dello Stato, ed il Governo provvederà al proseguimento ed al compimento della strada e delle opere mancanti e di quelle che rimanessero imperfette col mezzo di asta pubblica da aprirsi sulle basi della presente concessione e previa stima delle opere costrutte ed in corso di costruzione, dei materiali provvisti, dei terreni acquistati, e dei tronchi di strada ferrata che si trovassero già posti in esercizio. — L'appalto sarà deliberato al miglior offerente riconosciuto idoneo dall'Amministrazione Superiore, esclusi però i concessionarj decaduti, ed i loro aventi causa.

Art. 99. I nuovi concessionarj saranno tenuti di pagare alla Società decaduta, prelevato anzitutto l'ammontare della cauzione da corrispondersi al Governo a termini dell'articolo antecedente, il valore per cui sarà aggiudi-

cata l' impresa dei tronchi di strada costrutti od in costruzione, loro annessi o dipendenti, delle macchine, materiali ed altri oggetti qualunque destinati alla costruzione ed all'esercizio della linea messa in aggiudicazione, dei quali oggetti tutti verrà ad essi fatta la cessione.

Art. 100. Quando un primo esperimento d'asta andasse deserto, si farà luogo ad un secondo appalto in base di perizie ridotte a minor valore dopo l'intervallo che sarà stabilito dal Governo; e se questo eziandio rimanesse infruttuoso, se ne farà un terzo, aprendo la gara con ribasso sul prezzo portato dalle dette perizie ridotte, e deliberando l' impresa in base sempre al presente Capitolato, a colui che avrà fatto il ribasso minore. — Finalmente se anche questo terzo esperimento andasse deserto, il Governo potrà ritenere per sè le cose tutte cadenti in aggiudicazione, mediante un corrispettivo basato sul valore degli oggetti medesimi, valutati per sè stessi, ed indipendentemente dall'appartenere alla strada ferrata, per il compimento della quale il Governo non assume alcun obbligo.

Art. 101. Se compiuta la strada ed aperta al pubblico, l'esercizio di essa venga ad interrompersi su qualche parte della linea concessa, senza che la Società vi provveda immediatamente, o se l'esercizio medesimo venga eseguito con gravi e ripetute irregolarità, l'Amministrazione Superiore prenderà a spese ed a rischio della Società le misure necessarie per assicurare provvisoriamente il ristabilimento, la regolarità e la sicurezza del servizio.

Art. 102. Se dopo scorsi tre mesi dall' organizzazione del servizio provvisorio, di cui nel precedente articolo, la Società non abbia giustificato i mezzi di riprendere l' esercizio regolare e sicuro, essa decadrà dal privilegio e si procederà nel modo superiormente stabilito pel caso della decadenza pronunciata per non avere compiuta ed aperta all' esercizio la strada nel tempo prescritto.

Disposizioni generali e relative al personale.

Art. 103. La Società concessionaria è autorizzata a fare quei regolamenti che crederà opportuni, sia per l'andamento di sua amministrazione interna, sia pel servizio ed esercizio della strada ferrata; questi ultimi regolamenti però non saranno esecutorj se non previa l'autorizzazione dell'Amministrazione Superiore.

Art. 104. Allo scopo che, verificandosi i casi previsti dagli articoli 43, 44, 45, 48, 49, 54, 56 e 75, si possano adempiere le disposizioni contenute negli articoli medesimi, il Governo si riserva la facoltà di far ispezionare i registri di contabilità della Società, onde riconoscere gli introiti e le spese dell'Amministrazione sociale.

Art. 105. Nell' esercizio della strada dovrà la Società adottare i sistemi di locomozione riconosciuti migliori ad ogni epoca della sua gestione, e dovrà uniformarsi strettamente ai regolamenti che sono e saranno in vigore per l'esperimento e l'uso delle locomotive, per la solidità dei carri e vagoni, per lo stabilimento degli orarj, per la maggiore o minore celerità delle corse, per la qualità e per l'uso dei varj segnali, ed in generale per tutto ciò che riguarda essenzialmente la sicurezza pubblica.

Art. 106. La Società non sarà ammessa a portare reclami per il fatto di modificazioni che potessero venir introdotte nei diritti di pedaggio o nelle tariffe doganali attualmente in vigore, o che fossero per istabilirsi in seguito.

Art. 107. Nei casi in cui fosse ordinata od autorizzata dal Governo la costruzione di strade nazionali, provinciali o comunali, o di canali o condotte d'acqua per qualunque uso che dovessero attraversare la linea di strada ferrata che fa l'oggetto del presente Capitolato, la Società non potrà mettere ostacolo a tali attraversamenti; saranno però prese tutte le disposizioni necessarie perchè non ne risulti alcun impedimento alla costruzione od al servizio della strada ferrata, nè alcun danno o spesa alla Società.

Art. 108. La Società concessionaria o quell'altra qualunque che potesse in seguito venirle sostituita per l'esercizio della strada ferrata, sarà responsale verso lo Stato come verso i particolari dei danni che fossero occasionati nell'esercizio delle loro funzioni dai suoi amministratori, agenti e preposti e da qualunque impiegato applicato al servizio della linea.

Art. 109. La Società sarà egualmente responsale verso lo Stato e verso i terzi di ogni danno procedente dall' ineseguimento di alcune delle condizioni della concessione e dall'inosservanza dei regolamenti e suoi statuti.

Art. 110. I compensi ai quali la Società sarà tenuta in dipendenza dei due precedenti articoli, saranno dovuti pel fatto solo della inesecuzione delle condizioni stipulate, eccettuati pur sempre i casi di forza maggiore fatti debitamente constare.

Art. 111. In ogni circostanza in cui sia invocato dalla Società il caso di forza maggiore per evitare le spese comminate nelle varie disposizioni del presente Capitolato di concessione, la Società entro il periodo di 30 giorni a datare dall' evento e dal concorso di circostanze che avranno impedito il compimento delle condizioni stipulate, dovrà darne avviso al Ministero dei lavori pubblici e provarne la realtà e le conseguenze. — In difetto la Società sarà considerata come decaduta di pieno diritto da ogni azione per questo riguardo.

Art. 112. Affinchè gli impiegati od agenti della Società chiamati ad impedire gli abusi e le contravvenzioni che possono compromettere la sicurezza pubblica abbiano l'autorità di farne accertamento, essi dovranno essere

approvati dal Governo e presteranno giuramento avanti il Consiglio d'Intendenza.

Art. 113. Non saranno ammessi sequestri sugli averi della Società, suo capitale, interessi o dividendi delle azioni costituenti il fondo sociale. Gli eredi perciò ed i creditori degli azionisti non potranno sotto alcun titolo o pretesto provocare l'apposizione dei sigilli sovra i beni e gli averi della Società, nè prendere ingerenza di sorta nella sua amministrazione. — Dovranno anzi per l'esercizio dei loro diritti riferirsi agli inventarj sociali ed alle deliberazioni dell'Assemblea generale.

Art. 114. I macchinisti, conduttori delle locomotive ed i fuochisti saranno approvati dal Ministero colle norme stesse di quelli che sono al servizio dello Stato.

Art. 115. Nel personale non tecnico assunto dalla Società al suo servizio dovranno impiegarsi per un terzo almeno militari di terra o di mare onorevolmente congedati o messi in ritiro.

Art. 116. Gli agenti addetti al servizio della ferrovia che attendessero anche alla spedizione dei dispacci telegrafici, dovranno dare saggio della loro capacità in questo ramo di servizio. Quegli ufficiali poi che fossero esclusivamente applicati al servizio telegrafico saranno scelti dalla Società sopra liste che le verranno presentate dal Governo di giovani che hanno fatto il corso e sostenuti lodevolmente gli esami di telegrafia elettrica.

Art. 117. La Società, che dovrà avere la sua sede legale nei Regi Stati, designerà un suo rappresentante con domicilio a Torino od a . . . . per ricevere le notificazioni od intimazioni che occorresse di indrizzarle. — In difetto di tale designazione o della relativa elezione di domicilio, qualsiasi notificazione od intimazione diretta alla Società sarà valida quando venga fatta alla Segreteria dell'Intendenza generale della Divisione amministrativa di Torino o di quella di . . . . . . (*)

(*) Il Piemonte seguendo il sistema adottato nell'Impero Francese non ha formulato un Capitolato generale per tutte le imprese di strade ferrate, ma le condizioni imposte nei singoli atti di concessione variarono a norma dei casi e delle circostanze in cui si trovava ciascuna ferrovia. Le condizioni più sopra esposte adunque non sono che un cenno dimostrativo di quanto si è praticato in generale nel concedere la costruzione delle strade ferrate, ma non è già uno statuto fisso ed invariabile. — Volendo conoscere le singole condizioni a cui si sono vincolate le concessioni è d'uopo ricorrere alle relative leggi ed annessi Capitolati che qui si accennano, cioè:

1850, 9 luglio. — Decreto col quale viene concessa la costruzione della strada da Torino a Savigliano.
1852, 5 maggio. — Legge che concede la costruzione della strada da Savigliano a Cuneo.
» 14 giugno. — Legge che accorda l'aprimento della strada da Torino a Susa.
» 11 luglio. — Legge che concede la strada da Mortara a Vigevano.
» » — Legge che accorda la strada da Brà a Cavaller-maggiore.
» » — Legge che autorizza la costruzione della strada da Torino a Novara passando per Vercelli.

Sulla conservazione e polizia delle strade ferrate e loro dipendenze.

Art. 1. Le disposizioni vigenti per la conservazione del suolo delle strade reali e provinciali e delle loro dipendenze sono applicabili anche alle strade ferrate, sia costrutte dallo Stato, sia dai privati in seguito alle fatte concessioni (1).

Art. 2. I fondi laterali alle strade ferrate sono soggetti a tutte le servitù e pesi imposti dalle vigenti leggi ai fondi aderenti alle strade regie o provinciali ad esclusione dello spurgo dei fossetti (2).

1853, 29 gennajo. — Legge che concede la costruzione della strada da Genova a Voltri.
» 29 maggio. — Legge che accorda la costruzione della strada da Modane per Chambery fino alla frontiera francese ed a Ginevra (*Vedi la deroga successiva*).
» 5 giugno. — Legge che ordina la costruzione della strada da Novara ad Arona.
» 26 giugno. — Concessione della ferrovia da Pinerolo a Torino.
1854, 11 maggio. — Si autorizza la costruzione della strada ferrata che da Vercelli si congiunge alla ferrovia dello Stato presso Valenza passando per Casale.
» 16 luglio. — Concessione della strada ferrata *Vittorio Emanuele* da Aix a S. Giovanni di Moriana passando per Chambery in base al relativo Capitolato ed in conformità alla precedente legge 29 maggio 1853 (*Vedi la deroga successiva*).
» 23 luglio. — Concessione delle due linee di strada ferrata da Alessandria per Tortona, Voghera e Stradella con diramazione da Tortona a Novi e da Alessandria ad Acqui.
» 2 settembre. — Concessione della ferrovia da Biella a Santhià.
1855, 6 febbrajo. — Si autorizza la costruzione della strada da Savigliano a Saluzzo e si accorda tale linea alla stessa Società della ferrovia da Torino a Savigliano ed a Cuneo (*Vedi le precedenti leggi* 9 *luglio* 1850 *e* 5 *maggio* 1852).
1856, 24 marzo. — Si cede allo Stato l'esercizio della strada ferrata da Genova a Voltri, la cui costruzione veniva accordata ad una Società privata colla legge 29 gennajo 1853.
» 14 giugno. — Si accorda alla Società *Vittorio Emanuele* il prolungamento della rete di ferrovie della Savoja e la loro congiunzione colle strade ferrate francesi (*Vedi la deroga successiva*).
» » Si autorizza la costruzione della strada ferrata da Chivasso ad Ivrea.
» » Si concede la costruzione della strada da Alessandria ad Acqui.
1857, 4 giugno. — Si concede la costruzione di una ferrovia da Annecy a Ginevra e della eventuale sua diramazione per Bonneville e Sallanches.
» 12 giugno. — Si accorda la costruzione delle seguenti linee, cioè: la strada di congiunzione tra Ginevra e la ferrovia del Vallese passando per Thonon, Evian e S. Gingolph; la ferrovia da Arona a Domodossola o Crevola.
» 13 luglio. — Si concede la costruzione della strada del litorale ligure dal Varo, confine francese, alla Parmignola, confine del Ducato di Modena.
» 15 agosto. — Concessione della strada ferrata *Vittorio Emanuele* dal Rodano (confine dello Stato Sardo colla Francia) per la Savoja ed il Piemonte fino al Ticino (confine degli Stati Sardi colla Lombardia): con questa concessione cessano d'aver effetto le leggi 29 maggio 1853, — 16 luglio 1854 e 14 giugno 1856. — Concorso dello Stato all'aprimento di questa strada attraverso le Alpi.

(1) Regio Editto 8 aprile 1847, art. 1.
(2) Regio Editto suddetto, art. 2.

Art. 3. Quando occorresse di occupare qualche privata proprietà per la costruzione, conservazione e sistemazione delle strade ferrate, la necessità dell'espropriazione viene dichiarata dallo stesso provvedimento, col quale si sarà autorizzata l'esecuzione dei lavori. — Nei casi di urgenza sono applicabili per tutte le strade ferrate gli art. 62, 63, 64 e 65 delle Lettere patenti 6 aprile 1839 (1).

Art. 4. Ogni strada ferrata deve essere chiusa da ambedue le parti per tutto il suo andamento nel modo che verrà superiormente stabilito.

Il muro, steccato o siepe che serviranno al chiudimento ed il fosso di separazione faranno parte del suolo stradale. — Nei luoghi in cui le strade ferrate dovranno necessariamente attraversare a livello una strada ordinaria, l'attraversamento si terrà chiuso da ambe le parti con cancello. (2)

Art. 5. È proibito a chiunque di costruire case, capanne, tettoje od altro edificio qualunque, ad eccezione di un semplice muro di cinta, e di impiantare alberi alla distanza minore di metri 5 dalle strade ferrate. — Questa distanza si misura dal lembo esterno del fosso della strada, e laddove essa è in alzamento dal piede della medesima; ed in mancanza di tali linee la distanza per le costruzioni e per le piantagioni sarà di metri 6,50 dalla linea esterna delle guide. — Laddove la strada descriverà una curva, l'Amministrazione sarà in diritto di richiedere che la distanza delle costruzioni e delle piantagioni sia portata sino a metri 20 (3).

Art. 6. Quando la strada ferrata si trova in elevazione per metri 3,00, superiormente al livello dei fondi laterali, è proibito ai proprietarj degli stessi fondi di eseguire senza la superiore Autorizzazione, alcuna escavazione in distanza della strada minore dell'altezza verticale del rialzo, misurandola al piede della scarpa (4).

Art. 7. È proibito di costruire alla distanza minore di 20 metri dalle strade ferrate, il cui servizio viene eseguito colle locomotive, case o capanne coperte di paglia o di legnami, o farvi ammassi di queste materie o di altre facilmente combustibili. — Non si applica questa proibizione ai depositi dei prodotti del suolo, fatti soltanto pel tempo del raccolto (5).

Art. 8. È del pari vietato, senza il superiore assenso, alcun ammasso di pietre od altri materiali incombustibili alla distanza minore di metri 5,00. — Non è però necessaria l'autorizzazione:

1.° per eseguire dei depositi di materiali incombustibili nei luoghi adiacenti alla strada, allorchè essa è in elevazione, quando però l'altezza del deposito non ecceda quella della strada.

(1) Regio Editto 8 aprile 1847, art. 3 e 4.
(2) R. Editto suddetto, art. 5.
(3) R. Editto suddetto, art. 6.
(4) R. Editto suddetto, art. 7.
(5) R. Editto suddetto, art. 8.

2.° per formare depositi temporanei di ingrassi od altre materie destinate alla coltivazione dei terreni.

Le distanze superiormente prescritte potranno essere ridotte dietro le proposte del Ministro dell'Interno, quando però lo consentano la pubblica sicurezza, la conservazione delle strade e la condizione dei luoghi. — Trattandosi di strade ferrate già concesse ai privati, la riduzione non potrà eseguirsi senza sentire i concessionarj (1).

Art. 9. Se all'epoca della costruzione di una strada ferrata esistessero nei fondi laterali ad una distanza minore di quella più sopra stabilita, edifici, capanne, piantagioni, scavi od ammassi di materie, si potranno costringere i proprietarj ad abbatterli o toglierli, non che colmare gli scavi, quando ciò sia riconosciuto necessario per la sicurezza pubblica e per la conservazione delle strade. In questi casi però è dovuta ai proprietarj una competente indennità da fissarsi sulle basi delle Regie Patenti 6 aprile 1839. — Non sarà dovuta alcuna indennità per quelle costruzioni, piantagioni o scavi che si fossero fatti dopo la pubblicazione dell' Editto 8 aprile 1847, e dopochè sia approvata con apposita pubblicazione la linea della strada ferrata (2).

Art. 10. In ogni caso si dovrà procedere nel modo da determinarsi, a testimoniali di stato delle fabbriche, piantagioni o scavi entro il termine non maggiore di due mesi dalla data dell'Editto summentovato in quanto ai tronchi di strada di cui erano stati approvati i progetti, e dalla data dell'approvazione dei progetti in quanto alle altre, e tali opere non potranno essere conservate nello stato in cui sono, ovvero in quello nel quale si troveranno all'epoca dell'approvazione suddetta, salvo quanto è disposto nel precedente art. 9 (3).

Art. 11. Ogni contravvenzione al disposto dai precedenti articoli è punita colla multa da L. 31 a 500, oltre le pene maggiori che possono essere incorse a termini del Codice penale, ed all'obbligo di rimettere le cose in pristino nel termine che verrà prefisso; non adempiendosi a questa obbligazione, vi si provvederà d' ufficio a spese dei contravventori. — Nei casi d'urgenza gli ufficiali addetti al servizio delle strade ferrate potranno, previo processo verbale, far togliere anche prima della sentenza sulla contravvenzione ogni opera che potesse rendersi dannosa al servizio delle strade (4).

Art. 12. Chiunque volontariamente romperà o guasterà le strade ferrate od apporrà sulle medesime qualche corpo atto ad impedire il transito delle locomotive e vetture e farle uscire dalle rotaje, od impiegherà a quest'effetto un altro mezzo qualunque, sarà punito colla reclusione. — Se i detti fatti

(1) Regio Editto 8 aprile 1847, art. 9 e 10.
(2) R. Editto suddetto, art. 11.
(3) R. Editto suddetto, art. 12.
(4) R. Editto suddetto, art. 13.

avranno cagionato un omicidio e ferite, i colpevoli saranno puniti nel primo caso colla pena capitale, e nel secondo coi lavori forzati a tempo (1).

Art. 13. Se i crimini contemplati nel precedente articolo saranno stati commessi in riunione di più persone, o con ribellione alla forza armata, i capi, autori, istigatori o provocatori delle riunioni saranno considerati come autori dei crimini, e puniti colle stesse pene incorse da quelli che hanno personalmente concorso al crimine, quand'anche la riunione non avesse per iscopo diretto e principale la distruzione della strada. — In quest'ultimo caso però se gli autori del reato sono condannati alla pena capitale, i capi, autori, promotori ed istigatori delle riunioni saranno condannati alla pena dei lavori forzati a vita (2).

Art. 14. Chiunque minacciasse per iscritto firmato od anonimo di commettere uno dei crimini contemplati nell'art. 12 con ordine di dare e deporre in luogo indicato una qualche somma, o di adempiere ad altra condizione, sarà condannato alla pena del carcere da 3 a 5 anni. Se la minaccia non sarà stata accompagnata da ordine o condizione, la pena sarà del carcere da 3 mesi a 2 anni, oltre una multa di L. 100 a L. 500. — Se la minaccia con ordine o condizione sarà stata verbale, il colpevole sarà punito col carcere da uno a sei mesi e colla multa da lire 51 a 300. — In tutti i casi i colpevoli potranno essere nella stessa condanna sottoposti alla sorveglianza della Polizia per un tempo non minore di 3 anni, nè maggiore di 5 (3).

Art. 15. Chiunque per imperizia, disattenzione, imprudenza, negligenza od inosservanza alle leggi, o dei regolamenti, avrà involontariamente cagionato sulle strade ferrate o nelle stazioni, o siti di cambio, qualche accidente per cui sia stata ferita una o più persone, sarà punito col carcere estensibile a sei mesi, oltre una multa da lire 51 a mille. — L'omicidio di una o più persone commesso nelle dette circostanze sarà punito col carcere da 6 mesi a 5 anni, oltre una multa da lire 300 a lire 3000 (4).

Art. 16. Qualunque attacco o resistenza con violenze o vie di fatto contro gli agenti delle strade ferrate nell'esercizio delle loro funzioni sarà punito come reato di ribellione secondo le disposizioni sancite nel Codice penale (5).

Art. 17. Gli agenti di polizia giudiziaria, gli ingegneri del Genio civile ed assistenti delle strade ferrate, ed i cantonieri od agenti di sorveglianza alle medesime addetti sono in obbligo di vegliare all'osservanza delle disposizioni che precedono e possono farne risultare con processo verbale purchè siano nominati od approvati dal Governo, ed abbiano prestato giuramento presso i

(1) Regio Editto 8 aprile 1847, art. 14.
(2) R. Editto suddetto, art. 15.
(3) R. Editto suddetto, art. 16.
(4) R. Editto suddetto, art. 17.
(5) R. Editto suddetto, art. 18.

Consigli d'Intendenza ed i Tribunali di Prefettura nel distretto dei quali hanno la loro residenza.

Gli agenti delle Società private, benchè approvati dal Governo, non potranno verbalizzare se non per le infrazioni commesse sulla linea di strada ferrata alla quale si troveranno applicati (1).

Art. 18. I verbali stesi dagli agenti di polizia giudiziaria e dagli ingegneri saranno esenti dall'asseverazione; gli altri saranno asseverati entro i tre giorni successivi a quello del reato avanti il Giudice del Mandamento in cui il medesimo sarà stato commesso, od avanti quello del Mandamento in cui risiederà l'autore del verbale. — I processi verbali estesi ed asseverati nella conformità prescritta dagli articoli precedenti faranno fede fino a prova contraria pei fatti punibili con pene maggiori delle correzionali. — In quanto ai reati più gravi, i verbali saranno trasmessi agli avvocati fiscali, acciò si proceda nelle forme ordinarie.

Art. 19. È proibito a qualunque estraneo al servizio della strada ferrata di introdursi sul suolo della medesima, di farvi traghettare carri, cavalli ed altre bestie, di scavallare e rompere gli stecconati e le siepi e di portare in qualunque modo incaglio al servizio della strada ferrata sotto pena di un'ammenda di lire 1.50, oltre quelle più gravi nei casi preveduti dagli articoli precedenti (3).

Art. 20. Niuno può trattenersi sui cavalcavia con bestie aggiogate e disgiunte al momento del passaggio di un convoglio mosso da una locomotiva sotto pena di tutti i danni che avesse arrecato in caso di accidente (4).

Regolamento pel servizio delle strade ferrate (5)

Capo Primo

Art. 1. L'esercizio delle Strade ferrate di proprietà dello Stato, e di quelle concesse all'industria privata, esercite dalla R. Amministrazione, è diretto, sotto gli ordini immediati del Ministro, dal Direttore Generale dei Lavori Pubblici.

Egli è sotto la sua dipendenza tutto il personale addetto all'esercizio e manutenzione della strada, ed è coadiuvato da un Consiglio di Amministrazione.

I rapporti e le obbligazioni del Direttore Generale verso il Ministro sono stabiliti dal Regolamento interno del Ministero.

(1) Regio Editto 8 aprile 1847, art. 19.
(2) R. Editto suddetto, art. 20 e 21.
(3) Ordinanza 25 agosto 1848, art. 1.
(4) Ordinanza suddetta, art. 2.
(5) Il presente Regolamento venne emanato col Decreto 30 dicembre 1853 e posto in attività col 1.° gennajo 1854.

Art. 2. Un Ispettore dell'esercizio è applicato alla Direzione Generale con incarico di sorvegliare il servizio sulle linee, e di adempiere alle incombenze che gli saranno appoggiate dal Direttore Generale.

Art. 3. Il servizio sulle linee è diviso in tre rami, che riguardano

1.° La locomozione e manutenzione della strada;

2.° Il materiale mobile;

3.° I trasporti.

A ciascuno dei detti rami è preposto uno o più Capi Servizio, secondo l'importanza e lo sviluppo delle linee.

I Capi Servizio dei due primi rami devono essere Ingegneri; a questi Capi di Servizio sono aggiunti altri Ingegneri, subalterni, o meccanici.

A Capo dei Servizi dei trasporti per tutte o per parte delle linee potrà essere destinato un Capo Sezione della Direzione Generale.

Art. 4. L'Ispettore fa delle corse periodiche sulla linea per assicurarsi della puntualità del servizio, del buono stato della via e del materiale fisso e mobile, e della esecuzione delle Leggi e Regolamenti sulla materia, e ne riferisce al Direttore Generale.

Egli può essere incaricato di far richieste sia pel dettaglio del servizio di esercizio, sia per raccogliere sopra luogo le informazioni necessarie per la decisione del Ministro.

Art. 5. Le istruzioni per le corse di ispezione sono date dal Direttore Generale coll'approvazione del Ministro; e l'Ispettore prende dal Direttore Generale prima della partenza gli ordini sui punti di servizio che più specialmente devono chiamare la sua attenzione.

Art. 6. L'Ispettore è risponsabile della irregolarità di servizio, o contravvenzioni che avesse trascurato di constatare; ed agisce per quanto è possibile in contraddittorio dei Capi Servizio, o Capi Stazione, o Cassieri ai quali deve comunicare le sue osservazioni.

Art. 7. L'Ispettore non tiene corrispondenza cogli Impiegati ed Agenti delle linee, ed eccettuato il caso di assoluta urgenza, non emette ordini. In questi casi di assoluta urgenza egli dà i necessarj provvedimenti, ed i suoi ordini sono immediatamente eseguiti o fatti eseguire dal Capo di Servizio. L'Ispettore però informa senza indugio il Direttore Generale degli ordini dati, ed il Capo di Servizio lo informa dell'esecuzione che vi ha dato, aggiungendovi le sue osservazioni, quando l'ordine dato dall'Ispettore fosse stato contrario alla sua propria opinione.

Art. 8. Il Consiglio di Amministrazione è composto, sotto la Presidenza del Direttore Generale,

Dell'Ispettore;

Dei Capi residenti a Torino;

D'un Segretario che sarà destinato dal Ministro fra gli Impiegati della Direzione Generale.

Il Direttore Generale può anche chiamare alle sedute del Consiglio i Capi Servizio non residenti a Torino.

Art. 9. Sono portate alla discussione del Consiglio tutte le proposizioni dei Capi di Servizio, tutti i progetti di lavori di manutenzione della strada, e de' suoi accessorj attinenti all'esercizio, quelli di grandi riparazioni delle macchine, del materiale

fisso, e dei veicoli, e di acquisto dei medesimi — I nuovi sistemi di trazione — I contratti per provviste di materie prime, e di generi di consumazione — I conti delle spese di esercizio — Gli stati trimestrali del magazzino generale, e quelli della consumazione dei combustibili — Il resoconto generale dell' annata di esercizio — Le relazioni della Commissione di collaudazione quando trattisi di qualche variazione nell'esecuzione dei contratti, o di qualche differenza con i fornitori.

I deconti delle opere di manutenzione della strada eseguite per appalto o ad economia — Le proposizioni per promozioni, o per punizioni gravi del personale della linea — I conti del prodotto cumulativo delle strade accordate a società, in quanto v'abbia interesse lo Stato, sono rassegnati al Ministro.

Art. 10. È dal Ministro nominata una Commissione per la collaudazione degli oggetti di provviste o di consumazione, ed altra per la massa di vestiario, la quale ha l' incarico della distribuzione del vestiario, la resa del conto degli Agenti, le proposizioni per provviste o pagamenti delle medesime.

Art. 11. Sono nominati dal Re

L' Ispettore,
I Capi Servizio,
Gli Ingegneri subalterni ed Ajutanti Ingegneri addetti al 1.° e 2.° ramo di servizio,
I Capi Stazione,
I Cassieri.

Tutti gli altri Agenti sono nominati dal Ministro sulla proposizione del Direttore Generale.

Capo II. — *Divisione della linea in esercizio.*

Art. 12. Per quanto alla locomozione e manutenzione della linea dello Stato e quelle dal medesimo esercite sono instituite tre distinte Sezioni.

La prima, denominata di Torino, comprende la strada che corre da Torino ad Alessandria colla diramazione al Lago Maggiore, compresa la Stazione di Alessandria e le seguenti strade ferrate concesse a privata proprietà, ma esercitate dalla Regia Amministrazione:

Da Mortara a Vigevano.
Da Torino a Susa.
Da Torino a Pinerolo.

L'altra Sezione comprende la linea da Alessandria a Genova unitamente ai servizi speciali che venissero instituiti pei piani inclinati dell'Appennino e la fabbricazione del coke.

Questa Sezione è denominata di Genova.

La terza Sezione comprende la navigazione sul Lago Maggiore e la manutenzione dei battelli e barche, porti e spiaggie di approdo; e vi sarà destinato un Sotto Capo di Servizio.

Il Ministro secondo le circostanze di sviluppo ed importanza delle linee varierà l'estensione di ciascuna Sezione.

Art. 13. I Capi di questi Servizi e di quelli del materiale mobile e dei trasporti sono responsabili del servizio loro confidato, ed attendono alla esecuzione del Regolamento di esercizio e degli ordini ed istruzioni dell'Amministrazione Centrale.

Essi trasmettono al Direttore Generale tutte le proposizioni che credono utili per l'interesse del servizio e delle finanze.

I Capi Servizio hanno nella loro dipendenza tutti gli Agenti della loro Sezione applicati ai servizi che dirigono, comprensivamente ai Capi Stazioni nella parte concernente cadaun servizio.

Art. 14. Nei casi di urgenza i Capi di Servizio prendono sotto la propria responsabilità, nella propria linea ed anche fuori di essa, nel caso di assenza d'altro Capo Servizio, le misure che credono convenienti, e ne informano senza indugio il Direttore Generale.

Capo III. — *Rapporti degli Impiegati dei diversi Servizi.*

Art. 15. Ogni Funzionario od Impiegato è risponsabile, nell'esercizio delle sue attribuzioni, degli accidenti, delle irregolarità ed altri fatti gravi prodotti dal difetto di sorveglianza o di iniziativa, o per inosservanza delle Leggi, Regolamenti ed ordini di servizio.

Art. 16. Gli Agenti d'ogni grado, senza distinzione del servizio cui sono applicati, devono spontaneamente, ogniqualvolta il servizio lo richieda, prestarsi vicendevolmente col concorso dei mezzi che tengono a loro disposizione ajuto e soccorso, anche quando non riguardasse il servizio cui sono applicati.

Art. 17. Il Ministro emana i Regolamenti generali. Gli ordini per l'andamento giornaliero del servizio e quelli richiesti da qualsiasi servizio straordinario o accidentale sono dati dal Direttore, che ne informa il Ministro nei casi d' importanza.

Il medesimo si tiene in corrispondenza cogli Agenti del servizio esterno per la esecuzione del Regolamento e per quelle provvidenze che fossero necessarie in circostanze od eventi straordinarj.

Art. 18. Il grado gerarchico degli Impiegati ed Agenti del servizio esterno è stabilito nel seguente modo:

Direttore Generale;
Ispettore del servizio esterno;
Capo Servizio;
Ingegnere applicato ad un servizio esterno;
Capo Stazione di 1.ª classe;
Capo Stazione di 2.ª e 3.ª classe;
Cassiere;
Ricevitore per le merci;
Verificatore e Controllore;
Capi Meccanici preposti alle officine,
Ufficiale telegrafico;
Capo Officine;
Assistente alla manutenzione delle strade o nelle officine;
Commissarj di sicurezza;
Capo Convoglio;
Macchinista;
Bigliettarj;

Guardabagagli e Guardamerci;

Altri Agenti inferiori.

Art. 19. I Funzionarj ed Impiegati sono subordinati secondo il grado gerarchico sopra stabilito.

Quando varj Impiegati od Agenti del medesimo grado si trovano in concorrenza la preminenza spetta al più anziano.

Art. 20. L'anzianità e la posizione del grado sono determinati dalla nomina più recente.

In caso di nomina contemporanea l'anzianità è determinata dalla nomina precedente.

Art. 21. Le promozioni dall'uno all'altro grado sono accordate nel caso di posti vacanti e di esigenze del servizio ai più meritevoli, avuto debito riguardo alla anzianità.

Art. 22. È instituita alla Direzione Generale una matricola di tutti i Funzionarj ed Agenti colla nota della loro condotta tenuta dal Direttore Generale sulle informazioni date dall' Ispettore, dai Capi di Servizio, e Capi Stazione nei loro rapporti trimestrali che devono mandare alla Direzione Generale sulla condotta dei loro dipendenti.

Queste note servono di base alle proposizioni da farsi al Ministro pelle promozioni o per altre deliberazioni richieste dal bene del servizio.

Capo IV. — *Assenze, Congedi, Punizioni.*

Art. 23. I Funzionarj ed Agenti non possono assentarsi dal loro posto senza esserne autorizzati. Questa autorizzazione non può negarsi per le funzioni di elettore, di testimonio in cause civili o criminali, di giurati, di guardia nazionale.

Art. 24. Il congedo d'un anno è concesso dal Re sulla proposizione del Ministro. I congedi per tempo inferiore ad un anno, e maggiore d'un mese, sono accordati dal Ministro sulla proposta del Direttore Generale.

Quelli per tempo minore d'un mese sono concessi dal Direttore Generale sulla proposta dei Capi di Servizio.

Questi possono accordare congedi di tre giorni, con intervalli però non minori di mesi sei per la stessa persona.

Non sarà concesso un secondo congedo d'un mese se non è decorso un anno dal primo.

Art. 25. Eccettuati i casi di malattia ogni congedo eccedente i 30 giorni importa la perdita dello stipendio pel tempo oltre il detto termine.

Art. 26. Il Funzionario od Agente che si assenta senza permesso dal servizio, o che non ritorna nel giorno di scadenza del congedo, perde lo stipendio o salario per tutto il tempo dell'assenza non autorizzata, ed è notato di negligenza.

Art. 27. È proibito sotto pena della rimozione dall'impiego di Funzionarj ed Agenti l'esercizio di una professione lucrativa. Ed è parimenti proibito sia a loro che alle loro mogli e figli il prender parte in commerci di qualunque specie, in appalti, od imprese industriali, che implichino in qualunque modo relazione di interesse colla gestione della Strada Ferrata dello Stato, o con quelle di cui lo Stato assume l'esercizio, e ciò nè direttamente, nè indirettamente per mezzo di persone estranee.

Art. 28. Gli Agenti d'ogni grado possono essere soggetti alle prescrizioni seguenti:

1.° L'ammonizione semplice;

2.° L'ammonizione con ordine del giorno;

3.° La multa con ritenuta dello stipendio;

4.° La sospensione con perdita dello stipendio;

5.° La destituzione.

Le pene dei numeri 2, 3, 4, 5 non si applicano senza prima sentire l'imputato.

Art. 29. La destituzione o sospensione è pronunciata da chi fece la nomina.

La multa di oltre 15 giorni di stipendio o di salario è pronunciata dal Ministro.

Negli altri casi si pronuncia dal Direttore Generale sulla proposizione dei Capi di Servizio.

Art. 30. La sospensione importa esclusione dall' ufficio o posto, e la perdita dello stipendio o salario, dal giorno in cui fu pronunciata, finch'essa dura.

Art. 31. Le penalità indicate ai numeri 3, 4, 5 sono sempre pubblicate con ordine del giorno del Direttore Generale per mezzo del Capo Servizio, o Capo di Stazione da cui dipende direttamente quegli cui è inflitta la punizione. Il Ministro sulla proposizione del Direttore Generale potrà ordinare che si diffonda l'ordine del giorno anche da altri Capi di Servizio o di Stazione.

Disposizioni generali.

Art. 32. Gli Ingegneri del Genio Civile, applicati al servizio delle Strade Ferrate, conservano l'anzianità ed il grado del Corpo.

Art. 33. I meccanici allievi di una scuola d'arti e mestieri, dopo cinque anni di servizio continuo nell'esercizio delle Strade Ferrate dello Stato possono, previo esame, essere nominati Ingegneri meccanici, e saranno così parificati nel grado agli Ingegneri di seconda classe del Genio Civile.

Art. 34. I Capi meccanici dei laboratoi, ed i Capi cantieri ammessi dopo un esame sono equiparati in grado agli Ajutanti del Genio Civile di prima o seconda classe secondo l' importanza del servizio che è loro affidato.

Art. 35. Tutti gli Agenti che sono in rapporto col pubblico sino al grado di Capo Stazione, nell'esercizio delle loro funzioni vestono l'uniforme.

Capo V. — *Contabilità degli introiti del materiale.*

Art. 36. La percezione degli introiti delle Strade Ferrate dello Stato, da qualunque titolo derivi, continua a tenore del Decreto Reale del 22 dicembre 1848 a farsi per conto delle R. Finanze.

Ciò vale anche pei diritti di pedaggio dovuto dalla Società per speciali convenzioni, e della quota dei prodotti delle altre strade esercite dalla Amministrazione delle Strade dello Stato.

Art. 37. È stabilito un Cassiere in cadauna delle Stazioni di

Torino, Asti, Alessandria, Novi, Genova, Mortara, Novara, Susa e Pinerolo, il quale riceve dalla Direzione Generale i biglietti per viaggiatori, fogli di via per bagagli, e li fa distribuire da Agenti nominati dalla Direzione, e posti sotto la immediata di lui dipendenza.

Art. 38. Nelle Stazioni di Torino, Alessandria, Genova, Novara ed Arona, è stabilito un Ricevitore per le merci; il quale tiene la contabilità di questo servizio.

I pagamenti dei diritti di tariffa si fanno però dagli esercenti nelle mani del Cassiere sulla bolla o foglio di via spedito dal Ricevitore.

Nelle altre Stazioni il servizio delle merci è fatto dal Capo Stazione.

Art. 39. Nelle Stazioni intermedie a quelle indicate nell'articolo precedente, il Capo Stazione fa le veci del Cassiere, e manda in ogni giorno e col primo convoglio al Cassiere della Stazione principale del Circolo indicato in un'apposita Tabella unita al Regolamento il prodotto del giorno antecedente tanto pel servizio viaggiatori quanto per quello delle merci ed altri titoli qualunque.

Art. 40. Il Cassiere versa in ogni giorno nella Tesoreria Provinciale il prodotto del giorno precedente della propria Stazione e di quelle che ne dipendono. Egli manda alla Direzione le quitanze della Tesoreria che gli sono restituite tosto, ed un riepilogo di tutti gli articoli di introito della giornata.

Consimile riepilogo è pure mandato alla Direzione Generale da tutti i Capi Stazione in un coi biglietti ritirati dai viaggiatori, e coi fogli di via per bagagli e per merci.

Art. 41. I Capi Stazione, Cassieri, e Ricevitori per le merci sono responsabili in proprio dei biglietti dei viaggiatori di cui devono dar conto od in natura, o col corrispondente valore, e d'ogni altro prodotto che avesse ricevuto senza darne conto giusto, o tralasciato di ricevere, anche pel fatto degli Agenti sottoposti alla loro sorveglianza.

Art. 42. I Capi Stazione od i Ricevitori alle merci sono responsabili in proprio verso l'Amministrazione non solo per la rappresentazione dei bagagli, effetti di finanza, merci ed altri oggetti qualunque consegnati agli Uffici dai viaggiatori e dagli spedizionieri, ma anche dei danni avvenuti agli oggetti consegnati per causa di inosservanza delle debite attenzioni nel carico e scarico, e per le tasse male applicate per errore nelle somme o nel peso.

Essi hanno però regresso verso gli esercenti per ogni sovratassa che si riconoscesse dovuta dai medesimi ed anche verso gli Agenti di cui sono responsabili.

Art. 43. Dopochè gli effetti di finanza, bagagli e merci sono regolarmente consegnati ai Guardabagagli e Guardamerci, e spediti coi convogli, ne divengono essi responsabili.

Art. 44. Nella Direzione Generale si procede giornalmente al controllo dei riepiloghi suddetti, degli scontrini per bagagli, dei fogli di via per le merci, e trovandosi qualche differenza o sbaglio qualunque se ne chiede conto al Contabile, il quale, non credendo esatto il fatto rilievo, emette le sue osservazioni per la decisione del Direttore Generale.

Pegli articoli eccedenti le L. 100, ed ogniqualvolta si tratti di interpretazione di tariffa, o di qualunque altra questione di massima, l'affare è sottoposto al Consiglio di Amministrazione.

Art. 45. Oltre al detto Controllo giornaliero, il Direttore Generale farà verificare frequentemente la contabilità di ciascun Ufficio, ed anche le spedizioni in corso tanto pegli introiti quanto per ogni altro oggetto affidato alla custodia dei Contabili.

Art. 46. I Capi Stazione, i Cassieri, i Ricevitori alle merci, ed i Magazzinieri presteranno, prima di entrare nell'esercizio delle loro funzioni, una malleveria in

effetti pubblici dello Stato, secondo il valore nominale determinato da un'apposita Tabella.

I Bigliettarj, Capi convoglio, Guarda merci, Guarda bagagli, ed altri Agenti non soggetti a prestar cauzione, presteranno, per la somma indicata in detta Tabella, fidejussione di persona conosciuta responsabile dalla Amministrazione centrale.

Art. 47. Sarà instituito nella Direzione Generale un inventario di tutto il materiale fisso e mobile della strada colla destinazione del medesimo. In ciascuna officina o magazzino si terrà anche inventario del materiale, attrezzi, e macchine fisse e mobili, e si noteranno le variazioni che ne succedono.

Art. 48. Qualunque articolo di materie prime od oggetto di consumazione deve essere introdotto nei magazzini a ciò destinati, ed il Custode dei medesimi ne prenderà caricamento, e non potrà rilasciare cosa alcuna se non che contro ordine di un Capo Servizio o Capo Stazione che abbia, a tenore del Regolamento di esercizio, la facoltà di disporre dei mentovati oggetti.

Art. 49. Qualunque materiale fuori d'uso dovrà pure introdursi nei magazzini, e quando non si possa utilizzare nei laboratoi dell'Amministrazione, si venderà all'asta pubblica per conto delle Finanze. Sono eccettuati da questa obbligazione quei materiali che di consenso del Ministero delle Finanze si potessero accollare ad un pubblico appalto, o cedere per trattativa privata in cambio di nuovi materiali, o ciò nei casi previsti e secondo le leggi finanziarie in vigore.

Art. 50. Niuna macchina o veicolo, o nessun altro oggetto di provviste sia di materiale fisso della strada, sia di generi di consumazione, sarà introdotto in magazzino, se non è prima accettato dalla Commissione di collaudazione. La medesima Commissione determinerà gli oggetti d' ogni sorte che dovranno essere posti fuori d'uso e proporrà il modo di utilizzarli.

Art. 51. Il coke, il carbone per le officine, gli olj per le macchine saranno ricevuti dai Capi di Servizio, o dai loro cooperatori da essi delegati sotto la propria responsabilità.

Art. 52. I Capi di Servizio, i Capi Stazione, i Conservatori dei magazzini, e qualunque altro Agente a cui è affidata la consegna, la direzione, e l' uso dei veicoli, delle macchine, degli attrezzi, o dei mobili ed oggetti qualunque, rispondono in proprio degli oggetti medesimi, e delle degradazioni che avvenissero per colpa o per negligenza, o per mancanza di previsione o di iniziativa.

Art. 53. L' Ispettore applicato alla Direzione Generale visiterà almeno ogni tre mesi il magazzino generale di Torino, ed in occasione delle sue corse di ispezione quelli della linea, per accertarsi dell'osservanza dei regolamenti ed istruzioni, della tenuta esatta dei registri di contabilità, e del regolare modo di ripartizione e classificazione degli oggetti.

Di questa visita egli redigerà un processo verbale in contradditorio del Conservatore, Magazziniere, o Capo Stazione, e lo trasmetterà alla Direz. Generale. Egli avvertirà in ispecie alla provvista che fosse necessario di fare di materie prime od altri oggetti.

Consimili visite si faranno dall' Ispettore nelle officine di Torino e della linea, nei depositi delle vetture ed altri veicoli, onde accertare il buono stato loro e quello delle macchine fisse, e degli attrezzi, il buon uso dei materiali e la tenuta regolare della contabilità. Queste visite seguiranno in contradditorio del Capo Servizio del materiale mobile, e se ne manderà il processo verbale al Direttore Generale.

Disposizioni generali.

Art. 54. Nell'assumere i trasporti dei viaggiatori e di merci, l'Amministrazione incontra verso il Pubblico le obbligazioni che sono determinate dalle Leggi in vigore per siffatti trasporti.

Gli Agenti poi dell'Amministrazione sono risponsabili verso la medesima di tutti i danni che o per loro fatto, o per quelli degli Agenti di cui sono responsabili, venisse a sentire l'Amministrazione medesima.

Art. 55. Ogni accidente, sia grave, sia ordinario, occorso nella strada e nella circolazione dei convogli, fa l'oggetto di una inchiesta amministrativa, dei cui risultati si redige immediatamente un processo verbale.

Art. 56. Sono considerati accidenti gravi.

a) Ogni avvenimento che abbia cagionata la morte o ferite a viaggiatori d'un convoglio.

b) Qualunque urto fra due convogli.

c) Ogni guasto che compromettesse od interrompesse la circolazione sulla strada.

d) La rottura d'una parte qualunque del materiale causata da ostacoli frapposti sulla via.

Sono qualificati accidenti ordinarj.

a) La rottura senza causa violenta d'una parte qualunque del materiale allorchè ne risulta la fermata del convoglio.

b) Il deviamento d'una locomotiva, d'un tender, o d'una vettura o vagone che facciano parte di un convoglio.

c) Qualunque fatto che cagioni un ritardo maggiore di un'ora o che interrompa momentaneamente la circolazione dipendentemente dallo imperversare straordinario del tempo.

Art. 57. I Capi di Servizio della sezione in cui è nato l'accidente, ed i Capi delle Stazioni più vicine fanno parte della Commissione d'inchiesta.

In caso d'accidente grave sarà dal Ministro designato un funzionario superiore per presiedere la Commissione.

I Capi di Servizio si portano sul luogo appena che la nuova dell'accidente loro perviene. Il primo arrivato comincia l'istruzione senza ritardo, salvo revisione quando la Commissione sia regolarmente costituita, cioè quando vi sia il Presidente, e tre Membri, uno dei quali sia Capo di Servizio.

In caso di accidente ordinario la Commissione è presieduta dal Capo di Servizio di maggior grado, che convoca gli altri Membri sul luogo non più tardi di 24 ore successive all'accidente.

In questo caso la Commissione è costituita quando sono presenti un Capo Servizio o due dei Membri.

Art. 58. Prima di incominciare l'istruzione, la Commissione si fa render conto delle disposizioni prese dagli Agenti presenti sul luogo.

Essa ordina d'urgenza in caso d'interruzione nella circolazione le misure necessarie perchè la medesima sia ristabilita al più presto possibile.

Essa dà opera onde prevenire i pericoli che potrebbero nascere in conseguenza dell'accidente, e stabilire immediatamente quando occorra dei servizi provvisorj onde supplire alle comunicazioni interrotte.

Art. 59. Si procede all'istruzione nell'ordine seguente:

a) Ricercare con attenzione la causa prima dell'accidente.

b) Assicurarsi se tutti gli Agenti della Amministrazione presenti all'accidente, e quelli che ne sono risponsabili, hanno fatto il loro dovere; e quali non si trovassero in luogo contro il loro dovere.

c) Esaminare se non si può dedurre dalle circostanze che hanno preceduto, accompagnato e seguito l'accidente delle induzioni e degli indizj sulle disposizioni utili per prevenirne la rinnovazione.

d) Interrogare i testimoni chiamandone anche persone estranee al servizio che stimi poter somministrare lumi e indizj, e terminare l'istruzione senza abbandonare il luogo.

e) Finalmente stendere un processo verbale esatto e completo delle operazioni di cui si fece menzione, e trasmetterlo immediatamente all'Amministrazione centrale.

Art. 60. Il processo verbale contiene le conclusioni della Commissione in tutti i punti da trattarsi successivamente. Ciascun Membro ha il diritto di farvi inserire il suo parere individuale, e le sue osservazioni.

Le misure prese dalla Commissione in conformità dell'art. 11 devono menzionarsi nel processo verbale.

Art. 61. Finchè non sia emanato dal Ministero un Regolamento generale di esercizio delle strade, sono conservati in vigore in tutte le parti non derogate dal presente.

Il Regolamento 25 settembre 1848;

Quello 24 dicembre stesso anno;

Quello 26 luglio 1849;

Gli ordini di servizio successivi.

Capo VI. — *Sorveglianza delle Strade concesse all'industria privata.*

Art. 62. Per sorvegliare l'esercizio delle Strade concesse all'industria privata, il Ministero delegherà uno o più Commissarj incaricati di verificare se le Società adempiscono alle condizioni della loro concessione o se osservano le norme generali per la sicurezza dei trasporti dei viaggiatori e delle merci. I Commissarj faranno una visita almeno ogni 6 mesi sulle dette Strade, in contraddittorio del Direttore delle medesime, e stenderanno un processo verbale di visita da trasmettersi al Ministro.

Art. 63. La collaudazione dei materiali, macchine, o veicoli, e l'esame di Agenti e Funzionarj per le medesime Strade, che si dovessero fare a tenore delle concessioni, saranno eseguite dalla Commissione di collaudazione di cui all'art. 10.

STATO PONTIFICIO

Capitolato d'appalto per la costruzione ed esercizio della strada ferrata da Roma a Bologna passando per Ancona (*).

Durata dei lavori. — 1. La Società si assume di eseguire a sue spese, rischio e pericolo ed ultimare nel periodo di dieci anni dalla data del decreto di concessione (31 maggio 1856) tutte le opere necessarie per la costruzione di una strada di ferro

(*) Col decreto 31 maggio 1856 del Ministro dei lavori pubblici venne concessa ad una Società privata la costruzione ed esercizio delle strade ferrate da Roma a Ferrara per Ancona e Bologna,

da Roma ad Ancona e Bologna in modo di essere praticabile in tutte le sue parti allo spirare del termine sopra indicato.

La strada ferrata partirà da un punto situato sulla sponda destra del Tevere presso la Porta Angelica, toccherà Orta, Terni, supererà il colle di Cevro, passerà per Foligno, attraverserà l'Appenino al colle di Fossato, si avvicinerà a Fabriano, e si congiungerà, seguendo la vallata dell' Esino, alla linea d'Ancona a Bologna.

La linea sarà divisa in tre sezioni:

1.° da Roma a Foligno,
2.° da Foligno ad Ancona,
3.° da Ancona a Bologna.

I lavori saranno eseguiti simultaneamente sulle tre sezioni, ma essi saranno spinti con maggiore alacrità su quella da Roma a Foligno.

Presentazione di un itinerario. — 2. Nel termine di sei mesi dalla data del Decreto di Concessione la Società presenterà al ministro dei lavori pubblici un itinerario della direzione che in riguardo alle prescrizioni del precedente articolo sarà meglio consentaneo alle esigenze topografiche ed agli interessi generali del Governo della Santa Sede. L' itinerario si comporrà:

a) Di un piano topografico in una scala che non sarà minore di 1 a 100000;

b) dei tratti di profili longitudinali, e se occorre anche dei profili trasversali, nelle località più difficili.

c) di un rapporto giustificativo del tracciamento, avuto riguardo agli interessi del Governo della Santa Sede e delle località attraversate. Questo rapporto conterrà una stima sommaria delle spese.

Un mese dopo la presentazione di questo itinerario il Governo determinerà e comunicherà alla Società i punti più sopra stabiliti e la direzione da seguirsi.

Progetto delle sezioni. — 3. A datare dalla convenzione stabilita, la Società dovrà sottoporre al Governo di due mesi in due mesi e per sezioni di 20 chilometri almeno, il tracciamento definitivo della strada ferrata sopra una planimetria nel rapporto di 1 a 10000 in conformità delle indicazioni dell' itinerario. La Società indicherà sopra questo piano, senza pregiudizio delle seguenti disposizioni, la posizione delle stazioni e dei luoghi di cambio, come pure le località di carico e scarico. A questa stessa planimetria si troverà unito il profilo longitudinale secondo l'asse della strada ferrata ed un determinato numero di sezioni trasversali; una tavola delle pendenze e delle ascese, i tipi relativi alle opere d' arte le più importanti ed una descrizione particolarizzata dei lavori. Durante l' esecuzione delle opere la Società non potrà introdurre alcun cambiamento nei piani approvati per ciò che ha ri-

e da Roma a Civitavecchia. — Questa Società prese il nome di *Società generale delle strade ferrate romane.*

Le linee concesse hanno le seguenti lunghezze cioè:

Da Roma a Civitavecchia	chilom.	80
Da Roma ad Ancona	»	280
Da Ancona a Bologna	»	206
Da Bologna a Ferrara	»	53
E così in tutto di	chilom.	619

Il capitale sociale è stabilito in 175 milioni di franchi; per conseguenza la spesa si sarebbe calcolata di franchi 280 mila per chilometro.

guardo al tracciamento ed al profilo longitudinale senza prima di avere sottoposto la proposizione al Governo, e prima di aver ottenuta la sua approvazione; in tutto il resto la Società può introdurre i cambiamenti di poca importanza che crederà utili.

I terreni saranno acquistati, e le opere d'arte saranno eseguite col principio che debbono servire per due rotaje. I movimenti di terra si estenderanno egualmente per una doppia rotaja nella parte compresa fra Ancona e Bologna. Sul restante della strada i lavori potranno eseguirsi per una sola rotaja, salva la costruzione di un determinato numero di stazioni di cambio. Su tutta la lunghezza della ferrovia, le ruotaje potranno essere collocate in due soli binarj coi luoghi di cambio. La Società sarà tenuta d'altronde a costruire la seconda ruotaja allorchè il prodotto netto avrà raggiunta la somma di 5 mila scudi per chilometro. L'eccesso di larghezza acquistato dalla Società non potrà essere impiegato che nella costruzione della seconda ruotaja.

Raggi di curvature e pendenze. — 4. La larghezza della ferrovia al livello superiore delle ruotaje, è determinata per un sol binario a 4 metri nei punti dove si troveranno le doppie ruotaje, la larghezza allo stesso livello è fissata a 8 metri nella parte in elevazione ed a $6^{m}70$ nei tratti in abbassamento, ed a $7^{m}40$ fra i parapetti dei ponti e nelle gallerie. La larghezza della strada fra i bordi interni delle guide sarà di $1^{m}45$; la distanza fra i binarj nella parte ove essi saranno costrutti sarà di $2^{m}00$ prese fra le faccie interne delle guide di ciascun binario.

I tratti rettilinei dovranno congiungersi mediante curve, il cui raggio minimo è determinato a 300 metri, e nei casi che venga usato questo raggio minimo, il quale non si potrà adottare che in seguito a circostanze imperiose, si farà in modo che la curva si sviluppi interamente sovra un piano orizzontale. In generale e sotto la condizione di non adottarla che con moderazione, il massimo delle pendenze non oltrepasserà:

Ventidue millimetri per metro nel tratto da Roma ad Ancona.

Dieci millimetri ($0^{m}010$) per metro nella parte da Ancona a Bologna.

La Società avrà la facoltà di proporre quelle modificazioni a questo articolo di cui l'esperienza potrà dimostrare l'utilità o la convenienza; ma queste modificazioni non potranno eseguirsi che in seguito alla formale approvazione del Ministro dei lavori pubblici.

Uso del sistema metrico. — 5. In tutte le proposte, le discussioni ed in tutti gli atti relativi alla strada di ferro non si farà uso che del sistema metrico tanto per le misure lineari, superficiali o cubiche, quanto per quelle di capacità e di peso.

Stazioni di cambio. — 6. Le stazioni di cambio dovranno essere in un numero bastante e distribuite in modo tale che fra ciascuna di esse non vi sia la distanza maggiore di 20 chilometri. La lunghezza di ciascuna di queste stazioni di cambio non sarà minore di 200 metri, compreso il ritorno alla ruotaja principale.

Saranno inoltre costrutte delle stazioni di scambio pel servizio delle località situate lungo la strada ferrata e sue dipendenze laterali, destinate tanto alle stazioni quanto al carico ed allo scarico.

Il numero delle ruotaje di cambio, delle stazioni, dei luoghi di carico e scarico e la rispettiva superficie saranno determinati dal Ministero dei lavori pubblici.

Passaggi a livello. — 7. Allorchè la strada ferrata dovrà attraversare le strade nazionali, provinciali e comunali di qualche importanza, si dovrà passare possibilmente al di sopra o al di sotto di queste strade.

Ciò non pertanto potranno aver luogo i passaggi anche a livello delle strade, allorchè la rispettiva altezza non permetterà di costruire dei viadotti nè superiormente nè inferiormente senza incontrare una spesa considerevole e senza incontrare degli imbarazzi dannosi alla circolazione.

Viadotti e sottopassaggi. — 8. Allorchè la strada ferrata dovrà restare al di sopra di una strada nazionale, provinciale e comunale; la larghezza del ponte non sarà minore di 8 metri per una strada nazionale, di 5 metri per una strada comunale di molta comunicazione e di 4 metri per tutte le altre strade di minor importanza. L'altezza del ponte misurata tra la chiave dell'*intrados* ed il piano della strada sarà almeno di 5 metri. Pei ponti in ferro, ovvero in legname, sulle strade comunali di poca importanza l'altezza potrà ridursi a $4^{m}30$ inferiormente alle travature. La larghezza fra i parapetti sarà quella occorrente per un doppio binario colle laterali banchine; l'altezza di questi parapetti sarà di $0^{m}80$.

Viadotti o sovrapassaggi. — 9. Allorchè la strada ferrata dovrà passare al disotto di una strada nazionale, provinciale o comunale, la larghezza del ponte fra i parapetti sarà di 8 metri per la strada nazionale, di 7 metri per la strada provinciale, di 5 metri per la strada comunale di molta comunicazione e di 4 metri per tutte le altre strade. La larghezza del ponte fra le spalle sarà quella necessaria per un doppio binario colle loro banchine laterali, come si è detto più sopra e la distanza verticale fra l'*intrados* della volta ed il piano superiore nelle ruotaje non sarà minore di $4^{m}30$.

Ponti sui fiumi e canali. — 10. Allorchè la ferrovia dovrà attraversare un fiume od un canale, il ponte avrà la larghezza della strada misurata fra i parapetti e la altezza di questi, quella superiormente indicata.

L' imboccatura del ponte e l' altezza della serraglia della volta superiormente al pelo d'acqua saranno determinate dal Ministero secondo le circostanze locali.

Metodo di costruzione. — 11. I ponti da costruirsi all' incontro della strada ferrata con qualunque strada, come pure sui fiumi e sui canali, saranno in generale in muratura. Ciò nonostante essi in alcuni casi particolari potranno costruirsi in legname colle pile e le spalle in muratura, ma a queste pile si darà una grossezza tale che si possano in seguito sostituire alle travi in legname delle centine in ghisa, o in ferro, oppure degli archi in muratura.

Trasporto di strade. — 12. Se nella costruzione di una strada di ferro risultasse la necessità di trasportare qualche tratto di strada preesistente, la pendenza delle deviazioni non dovrà eccedere il 3 per cento per le strade nazionali e provinciali ed il 5 per cento per tutte le altre strade, salvo le eccezioni che potrebbero essere reclamate da circostanze particolari, la cui decisione dipenderà sempre dal Ministero.

Autorizzazione preliminare per le costruzioni. — 13. Pei ponti da costruirsi sulle strade, fiumi o canali navigabili attraversati dalla strada ferrata, come pure per lo trasporto parziale delle strade pubbliche attraversate dalle strade ferrate, la Società ne presenterà il relativo progetto al Ministero, il quale lo approverà dietro le analoghe intelligenze colle amministrazioni pubbliche sotto la cui giurisdizione cadono i fiumi, strade o canali, affinchè i cambiamenti da operarsi siano conciliati nel miglior modo coll' interesse delle amministrazioni e con quello della strada ferrata.

Barriere ai passaggi a livello. — 14. Nei punti ove la strada ferrata incontra a livello le strade ordinarie, le guide non potranno essere collocate più di 3 centimetri

nè superiormente nè inferiormente al piano della strada, e tutto ciò che avrà rapporto alla costruzione della ferrovia dovrà inoltre essere disposto in modo di non arrecare alcun ostacolo alla circolazione sulla strada ordinaria. I due ingressi laterali sulla strada ferrata dovranno in queste circostanze essere chiusi col mezzo di barriere, la cui guardia ed il servizio saranno confidati ad un guardiano a carico della Società.

Ripristinamento dei canali di condotta delle acque. — 15. La Società sarà tenuta a ripristinare a sue spese i canali di condotta delle acque che si fossero intaccati o modificati coi lavori relativi alla costruzione della strada di ferro. Gli acquedotti che a tal effetto saranno costrutti sotto le pubbliche strade saranno in muratura od anche in ferro se si trovasse necessario.

Attraversamento dei canali navigabili. — 16. Ovunque la strada ferrata incontrerà un fiume o canale navigabile, la Società sarà tenuta di prendere tutte le misure e di sostenere tutte le spese necessarie perchè il servizio della navigazione non abbia a soffrire interruzione nè ritardo durante l'esecuzione dei lavori e possa successivamente all'ultimazione effettuarsi colla medesima facilità che per l'addietro. La stessa condizione è obbligatoria per la Società nel caso di attraversamento nelle strade pubbliche di qualunque categoria. A tal effetto si costruiranno delle strade e dei punti provvisorj a cura ed a spese della Società onde assicurare la libertà e la comodità della circolazione, conformandosi alle prescrizioni stabilite per la loro costruzione e durata.

Gallerie. — 17. L'apertura delle gallerie, la cui esecuzione si trovasse necessaria, avrà almeno 7^{m} 40 fra il piedritto al livello delle ruotaje, e la distanza fra l'intradosso della volta ed i raili esterni di ciascun binario, sarà almeno di 4^{m} 30. Qualora i terreni nei quali sono aperte le gallerie presentino per la loro natura dei franamenti, scoscendimenti od infiltrazioni, sarà obbligata di riparare a questi pericoli mediante rivestimenti solidi ed impenetrabili.

Pozzi di ventilazione. — 18. I pozzi di ventilazione richiesti per la costruzione delle gallerie non potranno avere la loro imboccatura sopra qualsiasi pubblica strada, e nei luoghi ove saranno aperti si circonderanno da un muro da cinta di due metri di altezza e di una grossezza corrispondente.

Materiali da impiegarsi. Guide e traverse. — 19. La Società potrà impiegare nella costruzione delle strade di ferro, i materiali che si adoperano nei lavori pubblici nelle località contigue. I fregi delle volte, gli angoli, i dadi, le estremità dei coronamenti nei diversi lavori d'arte saranno possibilmente in pietra da taglio, e soltanto nelle località ove non esistono tali pietre, oppure nei luoghi discosti, si potranno impiegare dei mattoni denominati *d'apparecchio.* Le guide e gli altri oggetti che costituiscono la strada ferrata dovranno essere di buona qualità ed adattati alla loro destinazione. Il peso delle guide sarà almeno di 30 chilogrammi al metro corrente; le traverse che devono sostenere le guide non saranno distanti l'una dall'altra più di un metro in ragguaglio.

Uffici di Finanza e di Polizia. — 20. Oltre gli edificj necessarj pel servizio della strada ferrata la Società dovrà costruire a sue spese, e mettere a disposizione del Governo gratuitamente, i locali destinati agli Ufficj di Finanza e di Polizia.

Cinte. — 21. La strada ferrata sarà chiusa e separata dalle proprietà private mediante muri, siepi, steccati o fossi con terrapieni. Le fosse saranno profonde almeno

un metro dalla superficie del terreno. Le barriere che chiudono le comunicazioni colle proprietà private si apriranno sui terreni e non sulle strade di ferro.

Acquisto dei terreni. — 22. Tutti i terreni destinati pel collocamento della strada ferrata e sue dipendenze, come pure le strade di cambio, le stazioni, i luoghi di carico e scarico, ed anche quelli necessarj per ripristinare le strade ordinarie che si traslocano o si interrompono, e per aprire nuovi alvei ai fiumi o canali di cui si volesse cambiare l'andamento, saranno acquistati e pagati dalla Società, la quale viene ad essere surrogata nel diritto e negli obblighi che competono alla pubblica Amministrazione in virtù della legge attualmente in vigore nello Stato relativa alle espropriazioni.

Espropriazioni. — 23. Essendosi riconosciuta l'opera di pubblica utilità, verrà investita la Società di tutti i diritti che in virtù delle leggi e dei regolamenti dello Stato appartengono all'Amministrazione pubblica per qualunque altro titolo. Essa avrà per conseguenza la facoltà di procurarsi i materiali necessarj all'aprimento ed alla costruzione della strada ferrata usando tutti i mezzi che possiede la suddetta Amministrazione. E tanto per l'estrazione, quanto pel trasporto e deposito dei materiali e delle terre, godrà dei privilegi stati accordati dalle stesse leggi e regolamenti agli imprenditori delle pubbliche opere. Sarà a carico della Società l'indennizzo dovuto ai proprietarj dei terreni da acquistarsi per la strada, sia mediante trattative amichevoli, o nelle vie legali stabilite o da stabilirsi nei pubblici regolamenti, senza che la Società possa rivolgersi per qualsiasi titolo contro il Governo.

Se dopo il tracciamento definitivo della strada ferrata venisse ad erigersi un fabbricato sul terreno destinato alla strada ferrata e sue dipendenze, oppure nello spazio di 6 metri a destra od a sinistra dei limiti estremi della strada, la Società dovrà avvertire il Governo affinchè ne sospenda l'esecuzione; le fabbriche costrutte nelle suesposte condizioni dovranno essere evitate.

Indennizzi. — 24. Gli indennizzi per occupazioni temporarie e pel deterioramento dei terreni, o pel danno causato alle costruzioni idrauliche derivato in qualsiasi modo dai lavori per la costruzione delle strade ferrate dovranno essere soddisfatti dalla Società.

Sorveglianza e controllo. — 25. Per tutto il tempo in cui dureranno i lavori da eseguirsi dalla Società, essa sarà sottoposta alla sorveglianza del Ministero dei lavori pubblici. Tale sorveglianza avrà per oggetto di impedire che la Società si allontani dalle disposizioni e dagli obblighi che le furono imposti colle presenti condizioni d'appalto.

Collaudo dei lavori. — 26. A misura che i lavori saranno terminati sopra ciascun tratto di strada ferrata, di maniera che queste tratte possano essere messe alla circolazione, si procederà al loro collaudo col mezzo di uno o più commissarj da destinarsi dal Ministro dei lavori pubblici. Il collaudo non sarà valevole se non dopo la sua approvazione da parte del Ministro. In seguito a tale approvazione la Società potrà emettere in servizio le dette tratte di strada ferrata, ed avrà il diritto di percepire il pedaggio ed il prezzo di trasporto conformemente alla tariffa qui di seguito stabilita. Ad onta di questi collaudi parziali, essi non saranno definitivi che dietro il collaudo generale da effettuarsi dopo l'intero compimento della strada.

Confinazione e piano catastrale. — 27. Dopo il compimento totale dei lavori della strada ferrata la Società farà eseguire a sue spese una confinazione contestuale, e

la planimetria di tutte le parti della ferrovia e sue dipendenze. Essa farà egualmente compilare a sue spese e contestualmente col Ministero dei lavori pubblici uno stato descrittivo dei ponti, acquedotti, ed altre opere d'arte eseguite in conformità alle condizioni del presente Capitolato. Una copia autentica del processo verbale di confinazione, della planimetria e dello stato descrittivo sarà deposta a spese della Società nell'archivio del Ministero dei lavori pubblici.

Manutenzione della strada ferrata. — 28. La strada di ferro con tutte le sue dipendenze sarà costantemente conservata in buona condizione, ed in modo che il passaggio su tutta la linea riesca sempre facile e sicuro. Lo stato di questa strada e delle sue dipendenze sarà annualmente riconosciuto, ed anche più di sovente, qualora le circostanze lo esigono, da uno o più commissarj delegati dal Ministero dei lavori pubblici.

Le spese di conservazione e quelle di riparazione, sia ordinarie che straordinarie, saranno interamente a carico della Società.

Per ciò che concerne la conservazione e la riparazione la Società sarà sottoposta al controllo ed alla sorveglianza del Ministero.

Qualora dopo l'ultimazione della strada essa non venisse costantemente conservata in buona condizione, dopo una diffida regolare vi sarà provveduto d'officio a cura del Ministro dei lavori pubblici ed a spese della Società. La somma delle spese sostenute d'officio verrà soddisfatta dietro la presentazione del rendiconto compilato dal Governo.

Spese per le visite e pel collaudo. — 29. Le spese per le visite, per la sorveglianza e collaudazione delle opere saranno sostenute dalla Società; il pagamento sarà fatto al Ministro dei lavori pubblici in base alle tariffe in vigore pei lavori pubblici analoghi, e le somme verranno date a chi di ragione.

Obbligazioni preliminari per le espropriazioni. — 30. La Società non potrà incominciare i lavori nè fare alcuna espropriazione se essa previamente non avrà provato al Ministro dei lavori pubblici la formazione del fondo sociale di 50 milioni di franchi, e di trovarsi in cassa un decimo di questo fondo,

Decadenza eventuale prima dell'esecuzione. — 31. Se nel termine di un anno dalla data della concessione la Società non avrà incominciato i lavori, essa per questo solo fatto, e senza bisogno di qualsiasi ulteriore procedura o partecipazione giudiziale, si riterrà decaduta di pieno diritto dalla presente concessione.

Nel caso di decadimento preveduto da questo articolo la somma di 100,000 scudi di già depositati a titolo di cauzione preliminare diverrà di ragione del Governo pontificio.

Decadimento eventuale nel corso dell'esecuzione. — 32. Mancando la Società di eseguire e compiere le opere nel termine stabilito dall'articolo 1, mancando eziandio essa di spingere i lavori con tutta quella attività che sarà necessaria, in modo che essi non abbiano raggiunta la terza parte del totale alla fine del sesto anno, tanto pel tratto da Roma ad Ancona, quanto per quello da Ancona a Bologna; mancando infine essa ad adempiere i diversi obblighi che le sono imposti col presente Capitolato, la Società si riterrà decaduta dalla sua concessione. In tal caso si procederà alla continuazione ed al compimento dei lavori col mezzo di un nuovo contratto che si aprirà sulle basi del presente Capitolato e sul prezzo delle opere costrutte, dei materiali provvisti e terreni acquistati, non che sulle tratte di strada di già in eser-

cizio. Questo contratto sarà deliberato all'offerente che presenterà un partito migliore sulla somma di tutti gli oggetti compresi nell' appalto. Le offerte potranno essere anche al disotto del prezzo fiscale. La Società decaduta riceverà dalla nuova Società il valore di delibera che sarà determinato per tutti gli oggetti. Se dal primo esperimento d'asta non si avesse alcun risultato, si procederà ad un secondo appalto sulle medesime basi dopo sei mesi, e se da questo tentativo si ottiene l'eguale risultato, la Società sarà definitivamente decaduta da tutti i diritti attribuiti colla presente concessione, e le tratte di strade ferrate di già eseguite o che saranno messe in esercizio diverranno *ipso facto* di proprietà dello Stato.

La parte di cauzione non ancora restituita rimarrà di ragione del Governo.

Le condizioni stipulate nel presente articolo non saranno applicabili nel caso che il ritardo o la concessione dei lavori fosse proveniente da forza maggiore regolarmente constatata.

Esenzione dei diritti di bollo. — 33. In tutti gli atti e carteggio relativo alle strade ferrate la Società sarà esente dal diritto di bollo. In quanto al registro, inscrizioni ipotecarie e trasporto, la Società non sarà sottoposta che alla tassa minima fissata per ciascun contratto.

Imposta fondiaria. — 34. L'imposta fondiaria sui terreni occupati colla strada ferrata e sue dipendenze, sarà la medesima di quella percepita avanti la loro occupazione, salvo la diminuzione relativa al valore delle case demolite in seguito alla costruzione della ferrovia.

Ciò non pertanto si condona alla Società la percezione di questa imposta nei primi venti anni della presente concessione.

Esenzione dei diritti di Dazio. — 35. Durante tutto il tempo della concessione la Società potrà far entrare senza spese, tasse o diritti di sorta, e sbarcare col mezzo dei proprj agenti le ruotaje, le locomotive, i tenders, i vagoni, il carbon fossile, attrezzi, metalli ed in generale tutto ciò che è necessario alla costruzione, esercizio e manutenzione della strada ferrata, salva la restrizione di cui in seguito.

Per provare che gli oggetti da introdursi con franchigia sia per la quantità che per l' impiego sono destinati esclusivamente pei lavori della strada ferrata, la Società sarà tenuta ad esibire le prove autentiche di queste qualità e quantità, come pure una dichiarazione del Ministro dei lavori pubblici che comprovi che tali oggetti appartengono alla categoria di quelli necessarj alla strada ferrata. Prodotte che siano queste giustificazioni, non potrà essere ritardata in alcun modo l'introduzione degli oggetti stessi; salvo All'amministrazione delle finanze di considerare come contrabbando, e di colpire delle penalità stabilite dai regolamenti di finanza gli oggetti pei quali non verranno soddisfatte le predette formalità, o che dopo l'introduzione non si troveranno nei magazzini della Società.

Scelta degli impiegati e del materiale. — 36. La Società dovrà prendere i suoi impiegati fra gli individui dello Stato Pontificio dietro l'approvazione del Governo; essa ciò non pertanto avrà la facoltà di scegliere all'estero, d'accordo col Governo pontificio, e sotto la sua propria responsabilità, l' ingegnere direttore dei lavori e degli studj, gli intraprenditori, i sotto appaltatori, i meccanici, ed in generale tutte le persone destinate a degli impieghi che esigono una pratica speciale, come pure le persone che secondo lo Statuto della Società devono essere nel seno stesso della Società. Essa sarà egualmente obbligata di prendere nello Stato Pontificio i materiali

e gli oggetti necessarj alla costruzione ed all'esercizio della strada ferrata, allorchè la qualità ed il prezzo di questi materiali od oggetti saranno i medesimi, o più vantaggiosi di quelli che provengono dall'estero.

Costruzione delle linee telegrafiche. — 37. Si riserva il Governo la facoltà di collocare longitudinalmente alla strada tutti gli apparati necessarj alla costruzione della linea del telegrafo elettrico, senza che la Società possa pretendere alcun indennizzo; si riserva eziandio il diritto di fare tutte le riparazioni, e di prendere tutte le misure necessarie per assicurare il servizio della linea telegrafica senza nuocere al servizio della strada di ferro.

Dietro domanda dell'Amministrazione delle linee telegrafiche verrà destinato nelle stazioni delle città, e ne' luoghi che saranno ulteriormente determinati, il terreno necessario per le costruzioni dei casotti destinati all' Ufficio telegrafico ed al corrispondente materiale. La Società sarà obbligata di far sorvegliare dai proprj agenti i fili e gli apparati delle linee elettriche, e di dar avviso agli impiegati telegrafici di tutti gli avvenimenti che possono accadere, facendo conoscere loro le cause. Nel caso di rottura del filo telegrafico gli impiegati della Società dovranno congiungere provvisoriamente gli estremi staccati seguendo a tal effetto le istruzioni che verranno date.

Gli agenti del telegrafo viaggiando pel servizio della linea elettrica avranno diritto di correre gratuitamente colle vetture delle strade ferrate.

Nel caso di rottura del filo telegrafico, o di un grave avvenimento, sarà messa immediatamente a disposizione dell'Ispettore del telegrafo una locomotiva per trasportarlo sul luogo dell'avvenimento cogli uomini e col materiale necessario alla riparazione. Questo trasporto sarà gratuito, e dovrà essere eseguito in modo tale da non remorare menomamente il pubblico passaggio.

Nel caso che lo spostamento dei fili, apparati o pali fosse stato causato dai lavori eseguiti sulla strada, il collocamento al posto dovrà aver luogo a spese della Società, ma a cura dell'Amministrazione delle linee telegrafiche.

La Società avrà il diritto di servirsi dei pali collocati dal Governo per porre i fili necessarj al servizio del proprio telegrafo, destinato ad uso esclusivo dell'Amministrazione e dei tecnici della strada ferrata.

La Società concessionaria e quella degli imprenditori avranno il diritto di servirsi della linea telegrafica esistente attualmente da Roma a Bologna per tutti i dispacci relativi al servizio della ferrovia al prezzo di 25 bajocchi per 50 parole. Per tutti i dispacci diretti all' estero, e relativi agli affari della Società, il Governo accorda l' uso gratuito della parte di linea compresa nei confini dello Stato Pontificio.

Costruzioni nel raggio delle fortificazioni. — 38. Le opere che saranno collocate nel raggio delle fortezze, e nelle zone in servizio del militare che a termini dei vigenti regolamenti dovrebbero essere eseguite dagli officiali del genio militare, saranno invece effettuate dagli agenti della Società, ma sotto la sorveglianza degli stessi officiali e conformemente ai progetti particolari che saranno stati previamente approvati dai Ministri della guerra e dei lavori pubblici.

La stessa facoltà potrà essere accordata in via di eccezione per le opere sui terreni militari occupati dalle fortificazioni, tutte le volte che il Ministro della guerra troverà che si possa ciò effettuare senza alcun inconveniente.

Conservazione dei monumenti. — Proprietà degli oggetti d'arte. — 39. I monumenti di già scoperti o che potranno esserlo in seguito ai lavori della strada di ferro non

dovranno in alcun modo essere distrutti dalla Società; essa dovrà dare avviso della scoperta al Governo, che prenderà le opportune disposizioni per trasportarli nel più breve termine possibile per non ritardare l'esecuzione dei lavori.

Le statue, medaglie, oggetti d'arte, frammenti archeologici, ec., che saranno trovati durante l'esecuzione delle opere e durante l'esercizio nei terreni acquistati dalla Società, apparterranno per un terzo allo Stato e per due terzi alla Società, salvo tutte le volte al Governo il diritto di preacquisto.

Regolamenti amministrativi. — 40. Il Governo prenderà d'accordo colla Società, oppure dietro le opportune intelligenze, le misure e le disposizioni necessarie per la pulizia e sicurezza dell'esercizio, e per la conservazione delle strade ferrate e delle opere d'arte dipendenti. Tutte le spese che deriveranno dall'esecuzione di queste misure e disposizioni resteranno a carico della Società. La Società sarà obbligata di sottoporre all'approvazione del Governo i regolamenti di ogni natura ch'essa crederà utili al servizio ed all'esercizio della strada ferrata.

I summentovati regolamenti saranno obbligatorj per la Società concessionaria, e per quelle che otterranno successivamente l'autorizzazione per costruire altre linee di strade ferrate in diramazione od in prolungamento di quella in cui tratta la presente concessione, ed in generale per tutte le persone che assumeranno l'uso delle strade ferrate.

Quantità del materiale. — 41. Le macchine locomotive che saranno applicate ai trasporti sulla strada dovranno essere costrutte sui migliori modelli conosciuti. Le vetture pei viaggiatori saranno egualmente costrutte secondo i migliori modelli.

Tariffa e durata della Concessione. — 42. Per indennizzare la Società dei lavori e delle spese che si è obbligata di sostenere in forza del presente Capitolato, e sotto la condizione espressa che soddisferà esattamente a tutti gli obblighi, il Governo le concede per la durata di novantacinque anni, a datare dal decreto di concessione, l'autorizzazione di riscuotere il diritto di pedaggio ed il prezzo dei trasporti uniformemente alla seguente tariffa ed a misura che saranno messe in esecuzione le diverse sezioni.

TARIFFA

Viaggiatori, non compresa l'imposta del decimo sul prezzo dei posti.

(Per testa e per chilometro)	Prezzo in Franchi
Nelle vetture coperte e chiuse a vetri di 1.ª classe	Fr. 0, 134
Nelle vetture coperte e chiuse a vetri con sedili imbottiti, di 2.ª classe	» 0, 107
Nelle vetture coperte e chiuse col mezzo di cortine, di 3.ª classe . .	» 0, 065
Bestiami.	
Buoi, vacche, cavalli, muli, tori, ec.	» 0, 134
Vacche, porci, agnelli, ec.	» 0, 022
Pesci.	
(per tonnellata e per chilometro)	
Pesce fresco colla velocità dei viaggiatori	» 0, 538
Prima classe:	

(per tonnellata e per chilometro).	Prezzo in Franchi
Ghisa lavorata, ferro, piombo, rame ed altri metalli; vini, bevande spiritose, olio, cotone, lana, legname, ec.	Fr. 0, 376
Seconda classe:	
Grani, farine, sale, calce, gesso, minerali, carbone di legno, legna da fuoco, ec.	» 0, 323
Terza classe:	
Pietre calcaree e gesso, mattoni, sabbie, argille, ardesie, ecc.	» 0, 269
Carbon fossile, marna, ceneri, letame, pozzolane, ecc.	» 0, 215
Vagoni e carri destinati ai trasporti *passando* vuoti	» 0, 161
Altre vetture destinate ai trasporti sulle strade ferrate, passando vuote	» 0, 323
(Per pezzo e per chilometro)	
Vetture a due o a quattro ruote con un sol sedile interno	» 0, 430
Vetture a due fondi con due sedili nell' interno	» 0, 538

La tariffa sarà raddoppiata se il trasporto ha luogo colla velocità stessa dei viaggiatori. In tal caso due persone potranno senza aumento di tariffa viaggiare nelle vetture ad un sedile, e tre nelle vetture a due sedili. I viaggiatori che eccedono questo numero pagheranno il prezzo dei posti di seconda classe.

Le merci che dietro domanda dello spedizioniere saranno trasportate colla velocità dei viaggiatori pagheranno in ragione di Fr. 0, 65 per ogni tonnellata. I cavalli ed i bestiami nel caso indicato precedentemente pagheranno il doppio della tassa portata dalla tariffa.

L' applicazione delle tasse e del prezzo di trasporto sarà determinato per chilometro senza tener conto delle frazioni di distanza, dimodochè se dopo di aver percorso un numero qualunque di chilometri interi si dovesse camminare soltanto una parte del seguente chilometro, si pagherà come se si avesse percorso l' intero chilometro.

Inoltre per qualunque distanza da percorrersi minore di 6 chilometri il diritto sarà riscosso come se fosse per 6 chilometri interi.

Il peso della tonnellata è di 1000 chilogrammi.

Le frazioni di peso non saranno valutate che per un quinto di tonnellata. Laonde tutti i pesi compresi fra 0 e 200 chilogr. si pagheranno per 200 chilog., fra i 200 ed i 400 chilog. si pagheranno per 400 chilog. e così di seguito.

Eccettuato il caso di forza maggiore, la velocità dei convogli non dovrà essere minore di 30 chilom. all'ora pei treni dei viaggiatori e di 16 chilom. pei treni delle merci che pagano il prezzo determinato dalla tariffa.

Nel caso in cui la Società giudicasse conveniente di diminuire i prezzi determinati dalla tariffa, le tasse in tal modo abbassate non potranno essere aumentate che dopo il periodo di tre mesi almeno.

Tutti i cambiamenti che verranno introdotti nella tariffa dovranno essere approvati dal Governo dietro proposta della Società ed annunciati al pubblico mediante affissi un mese almeno prima di mettersi in esecuzione.

Eguaglianza di percezione. — 43. Il percepimento delle tasse dovrà effettuarsi indistintamente e senza alcun favore.

La riduzione o condono accordato agli indigenti non deve considerarsi come un favore.

Trasporto gratuito dei bagagli. — 44. Ciascun viaggiatore potrà portar seco un bagaglio il cui peso non oltrepasserà i 15 chilogr., senza perciò essere obbligato di pagare alcun supplemento al prezzo del posto.

Assimilazione delle classi. — 45. Le derrate, merci, animali ed altri oggetti non indicati nella precedente tariffa saranno tassati in base alla classe degli oggetti coi quali hanno maggior analogia. In questo caso le classificazioni proposte dalla Società non potranno aver effetto se non allorquando esse avranno ottenuto l'approvazione del Ministero.

Tariffe eccezionali. — 46. I diritti di pedaggio ed i prezzi di trasporto determinati dalla precedente tariffa non saranno applicabili a tutte le vetture che pesano unitamente al carico più di 4500 chilogr., nè a tutta la massa indivisibile, il cui peso oltrepassa i 3000 chilog.

Tuttavia la Società non potrà rifiutarsi nè di trasportare le masse indivisibili che pesano da 3000 a 5000 chilogr, nè a lasciar circolare tutte le vetture che col loro carico pesano da 4500 a 8000 chilogrammi; ma in questo caso il diritto di pedaggio ed il prezzo di trasporto sarà aumentato della metà.

La Società non potrà essere costretta di trasportare le masse indivisibili che pesano di più di 5000 chilogrammi, nè a lasciar circolare le vetture cariche pesanti più di 8000 chilog., nè a trasportare delle masse il cui volume abbia la lunghezza maggiore di 7^{m} 50 od una larghezza che oltrepassi i 2^{m} 40.

Se non ostante le precedenti disposizioni la Società acconsente di eseguire i trasporti, e di permettere delle circolazioni oltre i limiti suindicati, essa sarà nell'obbligo almeno durante tre mesi, di accordare le medesime facilitazioni a tutti quelli che ne faranno domanda.

Merci leggeri — Oggetti di valore. — 47. Il prezzo di trasporto determinato dalla tariffa annessa al presente Capitolato d'appalto non sarà punto applicabile:

a) Alle derrate e merci che sotto il volume di un metro cubico non pesano 200 chilogrammi;

b) All'oro ed all'argento in lega od in moneta o in valore, al mercurio, al platino, come pure alle bigiotterie, pietre preziose, ed altri oggetti di molto valore;

c) In generale a tutti i gruppi o colli che isolatamente pesano meno di 100 chilogrammi; tranne il caso che formino parte di una spedizione il cui peso totale sorpassi i 200 chilogr. di merci, od altri oggetti spediti da una stessa persona ad un'altra persona e della medesima qualità quantunque imballati a parte.

Nei tre casi superiormente specificati i prezzi del trasporto saranno fissati dall'Amministrazione pubblica dietro le proposte della Società.

Nullameno al di sopra di 100 chilogr., a qualunque sia distanza da percorrersi, il prezzo di trasporto del collo non potrà essere tassato meno di fr. 1.08.

Le derrate e le merci che sotto il volume di un metro cubico peseranno meno di 100 chilogrammi non saranno tassate se non allorquando la loro specie sarà stata indicata.

Trasporto dei militari — 48. I militari viaggiando in corpo o isolatamente pel servizio, e muniti di un foglio di via, non saranno sottoposti, essi ed i loro bagagli, che alla metà della tassa stabilita nella tariffa. Inoltre se al Governo abbisognasse di dirigere delle truppe o del materiale di guerra su di un punto qualunque della strada ferrata, la Società sarà obbligata di mettere immediatamente a sua disposizione per

metà della tassa stabilita nella tariffa in corso, tutti i mezzi di trasporto che si saranno costrutti per l'esercizio della strada ferrata.

Trasporto dei detenuti e condannati. — 49. Il Governo fruirà del medesimo privilegio pel trasporto dei detenuti e condannati, che sarà fatto con vetture speciali di ragione del Governo.

La sorveglianza e la polizia dei convogli di tal natura saranno a carico del Governo.

Trasporto dei dispacci. — 50. La Società è in dovere di trasportare gratuitamente nei suoi convogli ordinarj tutte le volte che l'Amministrazione delle poste lo richiederà, e nei vagoni specialmente destinati a questo servizio, i dispacci, gruppi e corrispondenze postali, come pure gli impiegati di servizio; essa sarà tenuta di regolare le corse e le fermate di un convoglio almeno una volta al giorno in modo che la Posta possa servire tutti i punti della linea.

Sicurezza, regolarità del servizio — Spese accessorie. — 51. Dipendentemente dalle percezioni dei diritti e dei prezzi regolati nel modo suavvertito, la Società contrae l'obbligo di eseguire costantemente con cura, esattezza e celeremente, a sue spese e coi proprj mezzi, il trasporto delle persone, bestiami, derrate, merci e materiali qualunque che le saranno consegnati.

Le spese accessorie non indicate nella tariffa, come sono il carico, lo scarico, il deposito nei magazzini della Società, saranno determinate da un regolamento che sarà sottoposto alla superiore approvazione.

Facoltà di Ricupera. — 52. In qualunque tempo dopo il termine dei primi venticinque anni dall'attivazione della strada ferrata, il Governo avrà la facoltà di rilevare la concessione intera della strada. Per regolare il prezzo di riacquisto si sommeranno i prodotti netti annuali ottenuti dalla Società durante il corso di 7 anni precedenti a quello in cui avrà luogo il riacquisto; dal prodotto netto si dedurranno le annate minori, e si stabilirà il ricavo netto dal medio degli altri 5 anni; a questo prodotto netto medio si aggiungerà il terzo di esso, se la ricupera si effettua nel primo periodo di dieci anni, a datare dall'epoca alla quale il Governo avrà il diritto secondo il tenore del presente Capitolato d'appalto; un quarto se il riacquisto si effettuerà nel secondo periodo di dieci anni, ed un quinto per gli altri periodi. Il prodotto netto così aumentato formerà il montare di un'annuità, che sarà pagata alla Società durante ciascun anno che rimarrà della durata della concessione. In nessun caso il montare dell'annuità non potrà essere al disotto della cifra della garanzia accordata col decreto di concessione.

Oltre la suddetta annuità la Società riceverà in denaro sonante, prima che il Governo prenda possesso della strada ferrata, il rimborso al quale essa ha diritto allo spirare della concessione, in conformità del seguente articolo 53.

Termine della concessione. Entrata in possesso dello Stato. — 53. All'epoca stabilita pel termine della concessione, e pel fatto solo di questa ultimazione, il Governo subentrerà in tutti i diritti della Società nella proprietà dei terreni e di tutte le opere indicate nel piano catastrale menzionato nell'articolo 27. Esso entrerà immediatamente nel godimento della strada ferrata, di tutte le sue dipendenze e delle produzioni. La Società dovrà ridurre in ottimo stato di manutenzione la ferrovia, le opere che la costituiscono e sue dipendenze, quali sono le stazioni, i luoghi di carico e scarico, gli edificj ai punti di partenza e di arrivo, le case dei guardiani e dei sorveglianti,

gli ufficj di ricevimento, le macchine fisse ed in generale tutti gli altri oggetti immobili che non fossero anche destinati al servizio speciale dei trasporti.

Negli ultimi cinque anni che precederanno il termine della concessione il Governo avrà il diritto di sequestrare le rendite della strada ferrata per essere impiegate nella riduzione in buono stato della ferrovia e di tutte le sue dipendenze, quando la Società non si prestasse a soddisfare pienamente ed interamente ad un tale obbligo.

Per ciò che riguarda gli oggetti mobiliari, come sono le locomotive, i vagoni, i carri, le vetture, gli utensili di costruzione e di riparazione, ec., combustibili, provvigioni d'ogni genere ed inoltre gli oggetti immobili non compresi nell'enumerazione precedente, il Governo sarà obbligato di acquistarli dietro stima dei periti se la Società lo richiede, e reciprocamente, se il Governo lo richiede, la Società non potrà rifiutarsi a cederli egualmente dietro stima dei periti.

Costruzioni di nuove strade. — 54. Nel caso in cui il Governo ordinasse la costruzione di nuove strade nazionali, provinciali, o comunali, di canali od altre strade ferrate che attraversassero quella che forma l'oggetto della presente concessione, la Società non potrà frapporre alcun ostacolo; ma saranno prese tutte le disposizioni necessarie dal Governo affinchè non ne derivi alcun ostacolo alle opere od al servizio della strada ferrata, nè possa derivarne alcuna spesa alla Società.

Costruzioni di nuove strade ferrate, strade e canali, ecc. — 55. Qualunque costruzione od autorizzazione ulteriore di strade, ferrovie, canali o qualsiasi altro lavoro di navigazione nel territorio attraversato dalla strada ferrata non potrà dare alcun diritto alla Società di pretendere qualsiasi indennizzo.

Riserve. — 56. Il Governo non potrà accordare concessioni per altre strade ferrate che si congiungono in due o più punti con quella di cui ora si tratta, o che saranno collocate paralellamente in tutto od in parte al suo andamento.

Tuttavia esso si riserva espressamente il diritto di accordare nuove concessioni di strade ferrate in diramazione da quella concessa ovvero in prolungamento senza che la Società possa opporsi a queste diramazioni, nè pretendere alcun indennizzo, a meno che non risultassero degli ostacoli all'esercizio, e che tali diramazioni causassero delle spese alla Società.

Le Società concessionarie delle diramazioni e prolungamenti a quella della linea principale dovranno accordarsi affinchè la circolazione non sia interrotta ai punti di diramazione, ma sia al contrario continuativa dall'una all'altra linea e reciprocamente.

Se le Società non si mettessero d'accordo sui mezzi da adottarsi per assicurare la libera circolazione dall'una all'altra linea, il Governo avrà la facoltà di provvedere d'ufficio, e di prescrivere tutte le misure necessarie a tal effetto.

Copie dei piani catastrali e documenti statistici. — 57. La Società avrà il diritto di ricavare le copie delle mappe censuarie, pagando soltanto la rimunerazione determinata dalle relative tariffe, nel caso che sia incaricato un perito per eseguire tali copie.

Rappresentanza della Società a Roma. — 58. Per tutto ciò che può aver riguardo alla presente concessione la Società sarà sottoposta unicamente ed interamente alle autorità pontificie, non ostante alcun diritto o privilegio di nazionalità straniera. Essa sarà tenuta inoltre di nominare uno de' suoi membri per la corrispondenza col Ministro dei lavori pubblici. La persona su cui cadrà la scelta dovrà eleggere il suo domicilio

in Roma. Sino a che non sia fatta questa elezione di domicilio, tutti gli atti relativi alla strada ferrata saranno diretti alla Presidenza di Roma e Comarca, e si riterranno validi ed efficaci come se fossero stati comunicati al suddetto rappresentante; egli fino dal presente prende la sua dimora alla Presidenza di Roma e di Comarca.

Contestazioni fra la Società ed il Governo. — 59. Le contestazioni che potranno emergere tra la Società ed il Ministero in riguardo all'esecuzione ed interpretazione degli articoli del presente Capitolato d'appalto, saranno giudicate nei diversi gradi di giurisdizione, a termine dei regolamenti pubblici sulle contenzioni amministrative.

Cauzione. — 60. Nei due mesi successivi al cominciamento dei lavori, la cauzione provvisoria di 100 mila scudi di già depositata, sarà portata con un nuovo versamento alla somma di cinque milioni di scudi romani, che costituirà la cauzione definitiva della Società.

A datare dal giorno della concessione la somma di 100 mila scudi, già depositata, che fa definitivamente parte della cauzione, produrrà in favore della Società l'interesse del 4 per cento all'anno; lo stesso avrà luogo pei 4 milioni e novecento mila scudi complementarj a datare dal giorno del versamento effettivo.

Nel caso in cui la condizione imposta alla Società col presente articolo non fosse stata compita, la Società si riterrà decaduta per questo fatto e di pieno diritto, ed i cento mila scudi romani di già versati rimarranno di proprietà del Tesoro.

Restituzione della cauzione. — 61. La cauzione convenuta nel precedente articolo sarà restituita alla Società per decimi ed a misura del compimento dei lavori, dimodochè la Società sarà rimborsata del totale della cauzione allorquando essa avrà fatto sulla strada di ferro delle spese in lavori od acquisti di terreno, o provviste, che formino una somma totale di cinque milioni di scudi romani.

Registro del Capitolato d'Appalto. — 62. Le spese di registro del presente Capitolato d'appalto saranno limitate al diritto fissato di 40 bajocchi (*).

IMPERO FRANCESE

Ordinanza Reale 15 novembre 1846 sull'esercizio delle strade ferrate

Titolo I. *Delle stazioni e delle rotaje delle strade ferrate.*

Sezione I. *Delle stazioni.* — Art. 1. L'ingresso, la permanenza e la circolazione delle vetture pubbliche o private destinate, sia al trasporto delle persone, sia a quello delle merci nei cortili dipendenti dalle stazioni di strade ferrate, saranno regolati da apposito avviso del prefetto del dipartimento. Tali

(*) Col decreto 23 aprile 1856 il Ministro dei lavori pubblici ha concesso alla medesima Società che ha assunto la costruzione della strada ferrata da Roma a Bologna, anche quella da Roma a Civitavecchia sotto la condizione che fosse compiuta entro tre anni. — Questa condizione venne soddisfatta e la strada trovasi a quest'ora in esercizio.

Coll'altro decreto 24 dicembre 1856 si accordò pure alla Società stessa il prolungamento della ferrovia da Bologna al Po, passando per Ferrara; ma si persistè nel divisamento di non mettere alcuna comunicazione fra la rete delle strade ferrate pontificie e quella della Toscana.

avvisi non verranno attivati che in virtù dell'approvazione del Ministro dei lavori pubblici.

Sezione II. *Della rotaja.* — Art. 2. La strada ferrata e le opere dipendenti saranno costantemente mantenute in buona condizione.

La Società dovrà far conoscere al Ministro dei lavori pubblici le misure che essa avrà prese per tale manutenzione.

Nel caso in cui queste misure saranno insufficienti, il Ministro dei lavori pubblici dopo di aver sentito la Società, prescriverà quelle che giudicherà necessarie.

Art. 3. Saranno collocati ovunque si riconoscerà il bisogno, dei guardiani in numero bastante per assicurare la sorveglianza ed il movimento delle spine (*aiguilles*) d' incrociamento e di cambiamento di rotaja; nel caso d' insufficienza, il numero di questi guardiani sarà stabilito dal Ministro dei lavori pubblici, sentita la Società.

Art. 4. Ovunque la strada ferrata viene attraversata a livello, sia da una strada ordinaria per le carrozze, sia da un sentiero di pedoni, verranno collocate delle barriere.

Il sistema, la guardia e le condizioni di servizio di queste barriere, saranno regolate dal Ministro dei lavori pubblici, dietro le proposte della Società.

Art. 5. Se il collocamento delle controguide sarà giudicato necessario nell' interesse della pubblica sicurezza, la Società sarà tenuta di apporle nei luoghi che saranno indicati dal Ministro dei lavori pubblici.

Art. 6. Subito dopo il tramonto e sin dopo il passaggio dell'ultimo treno le stazioni e le loro vicinanze dovranno essere illuminate.

Lo stesso avrà luogo pei passaggi a livello pei quali l'Amministrazione giudicherà necessaria tale misura.

Titolo II. *Del materiale impiegato nell'esercizio.*

Art. 7. Le macchine locomotive non potranno essere messe in servizio che in virtù dell'autorizzazione dell'Amministrazione e dopo di essere state sottoposte a tutte le prove prescritte dai veglianti regolamenti.

Allorchè in seguito al deterioramento o per qualunque altra causa sarà stata pronunciata l' interdizione di una macchina, essa non potrà rimettersi in servizio che in virtù di una nuova autorizzazione.

Art. 8. Le sale delle locomotive, dei tenders e delle vetture di qualunque specie che entrano nella composizione dei convogli dei viaggiatori od in quelli dei treni misti dei viaggiatori e delle merci che vanno a grande velocità, dovranno essere di ferro malleato di prima qualità.

Art. 9. Sarà tenuto uno stato di servizio per tutte le locomotive. Questi stati saranno inscritti sopra registri che dovranno essere costantemente in

giornata ed indicare all'articolo di ciascuna macchina la data in cui venne posta in servizio, il lavoro da essa eseguito, le riparazioni e modificazioni occorse ed il rinnovamento dei diversi pezzi.

Per le sale delle locomotive dei tenders e vetture d'ogni specie saranno tenuti inoltre dei registri speciali, sui quali a fianco del numero d'ordine di ciascuna sala saranno inscritti, la provenienza, la data del servizio, la prova che può avere subita, il suo lavoro, gli accidenti e le riparazioni; a tal effetto il numero d'ordine sarà timbrato sopra ciascuna sala.

I registri menzionati ai due paragrafi precedenti saranno presentati, dietro richiesta, agli ingegneri od agenti incaricati della sorveglianza del materiale dell'esercizio.

Art. 10. È proibito di collocare in un convoglio che comprenda vetture dei viaggiatori alcuna locomotiva, tender od altra vettura qualunque che sia montata sopra ruote in ghisa.

Tuttavia il Ministro dei lavori pubblici potrà in via eccezionale autorizzare l'uso delle ruote in ghisa cerchiate di ferro nei treni misti dei viaggiatori e delle merci che corrono alla velocità non maggiore di 25 chilometri all'ora.

Art. 11. Le locomotive dovranno essere provvedute degli apparati che hanno per oggetto di fermare i frammenti di coke che cadono dalla gratella e di impedire l'uscita delle scintille dal camino.

Art. 12. Le vetture destinate al trasporto dei viaggiatori saranno di costruzione solida; esse dovranno essere comode e provvedute di tutto ciò che è necessario per la sicurezza dei viaggiatori.

Le dimensioni del posto assegnato a ciascun viaggiatore dovranno essere almeno di 45 centimetri di larghezza, 65 centimetri di profondità e di $1^{m}45$ in altezza. Questa disposizione sarà applicata alle strade ferrate esistenti entro un periodo che verrà determinato per ciascuna strada dal Ministro dei lavori pubblici.

Art. 13. Nessuna vettura potrà essere messa in servizio senza l'autorizzazione del Prefetto, che verrà data dietro il rapporto di una commissione che abbia constatato che la vettura soddisfa alle condizioni dell'articolo precedente.

L'autorizzazione di metterla in servizio non avrà effetto se non allorquando verrà consegnata la stampiglia prescritta per le vetture pubbliche.

Art. 14. Tutte le vetture dei viaggiatori porteranno nell'interno l'indicazione apparente del numero dei posti.

Art. 15. Le locomotive, tenders e vetture di qualunque specie dovranno portare: 1.° il nome o le iniziali del nome della strada ferrata a cui appartiene, 2.° un numero d'ordine. Le vetture dei viaggiatori avranno inoltre la stampiglia rilasciata dall'Amministrazione delle contribuzioni indirette. Queste diverse indicazioni saranno collocate in modo apparente sulla cassa o sui fianchi dell'intelajatura.

Art. 16. Le macchine locomotive, tenders e vetture di qualunque specie e tutto il materiale d' esercizio sarà costantemente mantenuto in buona condizione.

La Società dovrà far conoscere al Ministro dei lavori pubblici le misure da essa adottate a tale riguardo, ed in caso d'insufficienza il Ministro prescriverà le disposizioni che reputerà necessarie alla sicurezza della circolazione.

Titolo III. *Della composizione dei convogli.*

Art. 17. Qualunque convoglio ordinario di viaggiatori dovrà contenere in un numero bastante delle vetture di ciascuna classe, a meno di una autorizzazione speciale del Ministro dei lavori pubblici.

Art. 18. Ciascun treno di viaggiatori dovrà essere accompagnato:

1.° da un meccanico e da un fuochista capace di fermar la macchina nel caso di bisogno.

2.° Da un numero di conduttori guarda-freni che sarà determinato per ciascuna strada secondo le pendenze e secondo il numero delle vetture dal Ministro dei lavori pubblici dietro proposta della Società.

Sull'ultima vettura di ciascun convoglio o sull'una delle vetture situate posteriormente si troverà sempre un freno ed un conduttore incaricato del movimento.

Allorchè vi saranno più conduttori in un convoglio, l'uno di essi dovrà sempre avere l'autorità sugli altri.

Un treno di viaggiatori non potrà essere composto di più di 24 vetture a 4 ruote; se entrano delle vetture a 6 ruote nella composizione del convoglio, il massimo del numero delle vetture sarà determinato dal Ministro.

Le disposizioni dei paragrafi precedenti sono applicabili ai treni misti dei viaggiatori e delle merci che camminano colla velocità dei viaggiatori.

In quanto ai convogli delle merci che trasportano nello stesso tempo i viaggiatori e le merci, e che non corrono colla velocità ordinaria dei viaggiatori, le misure speciali e le condizioni di sicurezza alle quali essi dovranno essere sottoposti verranno determinate dal Ministro dietro proposta della Società.

Art. 19. Le locomotive dovranno essere in testa dei treni. — Non potrà derogarsi a questa disposizione che pei movimenti da eseguirsi nelle vicinanze delle stazioni o pel caso di soccorso. In questi casi speciali la velocità non dovrà oltrepassare i 25 chilometri all'ora.

Art. 20. I convogli dei viaggiatori non dovranno essere rimorchiati che da una sola locomotiva, salvo il caso in cui l'impiego di una macchina di rinforzo diviene necessario, sia per ascendere una salita molto inclinata, sia in causa di un'affluenza straordinaria di viaggiatori, dello stato dell'atmosfera,

di un accidente o di un ritardo che esigono l'applicazione del soccorso o di qualunque altra causa analoga o speciale previamente determinata dal Ministro dei lavori pubblici.

In tutti questi casi è proibito di attaccare simultaneamente più di due locomotive ad un convoglio di viaggiatori.

La macchina situata in testa dovranno regolare il cammino del treno.

Si dovranno sempre trovare alla testa di ciascun treno fra il tender e la prima vettura dei viaggiatori, tante vetture che non abbiano alcun viaggiatore quante saranno le locomotive attaccate.

In ogni caso qualora sia attaccata ad un treno più di una locomotiva, se ne farà menzione in un registro a ciò destinato, indicandovi i motivi di tale misura, la stazione in cui si sarà riconosciuta necessaria e l'ora in cui il treno avrà abbandonata questa stazione.

Tale registro verrà dietro richiesta presentato ai funzionarj ed agenti dell'Amministrazione pubblica incaricati della sorveglianza dell'esercizio.

Art. 21. È proibito di collocare nei convogli che portano viaggiatori qualunque materia che possa causare, sia delle esplosioni, sia degli incendj.

Art. 22. Le vetture che entrano nella formazione dei treni dei viaggiatori saranno fra loro congiunte con mezzi di attaccamento tali che i repulsori a molla di queste vetture siano sempre in contatto.

Le vetture degli intraprenditori delle messaggerie non potranno ammettersi nella composizione dei treni che dietro l'autorizzazione del Ministro dei lavori pubblici e che adempiendo le condizioni indicate nell'atto di concessione.

Art. 23. I conduttori guarda-freni saranno in comunicazione col meccanico, affinchè in caso d' accidente possano dare il segnale d'avviso con quel mezzo che sarà autorizzato dal Ministro dei lavori pubblici, dietro la proposta della Società.

Art. 24. I treni durante la notte devono essere illuminati esternamente. Nel caso che sia insufficiente il sistema d'illuminazione, il Ministro dei lavori pubblici prescriverà, sentita la Società, quelle disposizioni che riconoscerà necessarie.

Le vetture chiuse destinate pei viaggiatori dovranno essere illuminate internamente durante la notte ed al passaggio delle gallerie che saranno indicate dal Ministro.

Titolo IV. *Della partenza, del cammino e dell'arrivo dei convogli.*

Art. 25. Per ciascuna strada ferrata il Ministro dei lavori pubblici determinerà, dietro proposta della Società, la direzione del movimento dei treni e delle macchine isolate sopra ciascuna rotaja, quando vi siano più rotaje, ed il punto d' incrociamento qualora non ve ne sia che una sola.

Non potranno derogarsi sotto qualsiasi pretesto le disposizioni che verranno prescritte dal Ministro, a meno che la rotaja sia intercettata, ed in questo caso il cambiamento dovrà essere fatto colle precauzioni indicate al seguente articolo 34.

Art. 26. Prima della partenza del treno il meccanico si assicurerà se tutte le parti della locomotiva e del tender sono in buono stato, e se il freno di questo tender funziona convenientemente.

La stessa verificazione sarà fatta dai conduttori guarda-freni in ciò che concerne le vetture ed i freni delle stesse vetture.

Non verrà dato il segnale di partenza, che allorquando le portiere saranno chiuse.

Il treno non dovrà porsi in cammino che dopo il segnale di partenza.

Art. 27. Niun convoglio potrà partire da una stazione prima dell'ora determinata dal regolamento di servizio.

Niun convoglio potrà egualmente abbandonare una stazione prima che sia decorso, dopo la partenza od il passaggio del convoglio precedente, quel lasso di tempo che sarà stato determinato dal Ministro dei lavori pubblici, dietro proposta della Società.

Saranno collocati dei segnali all' ingresso delle stazioni per indicare ai meccanici dei treni che potessero sopraggiungere se il periodo di tempo determinato dal paragrafo precedente fu trascorso.

Saranno stabiliti dei segnali fra l'intervallo delle stazioni onde dare lo stesso avviso al meccanico nei punti ove non può vedere innanzi ad una distanza sufficiente. Dacchè l'avviso sarà dato, dovrà tosto rallentare il cammino del treno. In caso di insufficienza dei segnali stabiliti dalla Società, il Ministro prescriverà alla Società stessa la posizione di quelli che riconoscerà necessarj.

Art. 28. Salvo il caso di forza maggiore o di riparazione della rotaja, i treni non potranno fermarsi che alle stazioni od ai luoghi di dimora stati autorizzati pel servizio dei viaggiatori o delle merci.

Le locomotive o le vetture non potranno dimorare sulle rotaje della strada ferrata destinata alla circolazione dei treni.

Art. 29. Il Ministro dei lavori pubblici determinerà, dietro le proposte della Società, le misure speciali di precauzione relative alla circolazione dei treni sui piani inclinati e nelle gallerie ad una o due rotaje in ragione della loro lunghezza e del tracciamento.

Determinerà egualmente, dietro le proposte della Società, la velocità massima che i treni dei viaggiatori potranno avere sulle diverse parti di ciascuna linea e la durata del tragitto.

Art. 30. Dietro proposta della Società, il Ministro dei lavori pubblici prescriverà le misure speciali di precauzione da prendersi per la spedizione e pel cammino dei convogli straordinarj.

Dacchè sarà determinata la spedizione di un convoglio straordinario, dovrà farsi immediatamente una dichiarazione al Commissario speciale di polizia, coll'indicazione del motivo della spedizione del convoglio e dell'ora di partenza.

Art. 31. Lungo la ferrovia, sia di giorno che di notte, tanto per la manutenzione, quanto per la sorveglianza della strada, saranno collocati degli agenti in un numero bastante per assicurare la libera circolazione dei treni e la trasmissione dei segnali; in caso d'insufficienza il Ministro dei lavori pubblici, sentita la Società, ne regolerà il numero.

Questi agenti saranno provveduti di segnali di giorno e di notte, col mezzo dei quali essi annuncieranno se la rotaja è libera ed in buona condizione, se il meccanico deve rallentare il suo cammino, ovvero se deve fermare immediatamente il treno.

Essi dovranno inoltre indicare di posto in posto l'arrivo dei convogli.

Art. 32. Nel caso in cui, sia un treno sia una macchina sola si fermi sulla rotaja in causa di accidente, il segnale di fermata indicato nell'articolo precedente dovrà essere fatto a 500 metri almeno dal luogo.

I conduttori principali dei convogli ed i meccanici conduttori delle macchine isolate dovranno essere muniti di un segnale di fermata.

Art. 33. Allorchè su di una rotaja si intraprenderanno delle opere di riparazione vi saranno dei segnali che indicheranno se lo stato della rotaja non permette il passaggio dei treni o se basta di rallentare il cammino della macchina.

Art. 34. Allorchè in seguito ad un accidente, per una riparazione o per qualunque altra causa, la circolazione dovrà effettuarsi momentaneamente su di un altro binario, dovrà collocarsi un guardiano in vicinanza alle spine di ciascun cambiamento di rotaja.

I guardiani non permetteranno che i treni si innoltrino nell'unica rotaja destinata alla circolazione che dopo di essere ben certi che non incontreranno alcun treno che arrivi nel senso opposto.

Sarà avvisato il Commissario speciale di polizia del segnale o dell'ordine di servizio adottato per assicurare la circolazione sull'unica rotaja.

Art. 35. La Società sarà tenuta di far conoscere al Ministro dei lavori pubblici il sistema dei segnali da essa adottato, o che si propone di adottare nel caso preveduto dal presente titolo; il Ministro prescriverà le modificazioni che riputerà necessarie.

Art. 36. Il meccanico dovrà portare costantemente la sua attenzione sullo stato della rotaja, fermare o rallentare il cammino in caso di ostacoli secondo le circostanze, e conformarsi ai segnali che gli verranno trasmessi; sorveglierà tutte le parti della macchina, la tensione del vapore, il livello d'acqua nella caldaja. Veglierà affinchè non vi sia alcun ostacolo al movimento del freno del tender.

Art. 37. A 500 metri almeno prima di giungere al punto ove una linea di diramazione va ad incrociare la linea principale, il meccanico dovrà moderare la velocità in maniera che il treno possa essere interamente fermato prima di raggiungere tale incrociamento se le circostanze l'esigono.

Al punto di diramazione superiormente indicato vi saranno dei segnali che indicheranno la direzione, secondo la quale saranno collocate le spine.

Avvicinandosi alle stazioni d'arrivo il meccanico dovrà dare le disposizioni convenienti perchè la velocità acquistata dal treno sia interamente smorzata prima del luogo in cui devono discendere i viaggiatori ed in maniera che sia necessario di rimettere la macchina in azione per raggiungere questo luogo.

Art. 38. All' avvicinarsi delle stazioni, dei passaggi a livello, delle curve, degli sterri e delle gallerie, il meccanico dovrà far agire il fischietto a vapore per avvisare l'avvicinamento del treno.

Si servirà egualmente del fischietto, come mezzo d'avviso, tutte le volte che la rotaja non gli sembrerà interamente libera.

Art. 39. Nessuno, tranne il meccanico ed il fuochista, potrà ascendere sulla locomotiva o sul tender a meno di un permesso speciale in iscritto del direttore dell'esercizio della strada ferrata.

Sono eccettuati da una tale interdizione gli ingegneri di ponti e strade, gli ingegneri delle miniere incaricati della sorveglianza ed il Commissario speciale di polizia. Tuttavia questi ultimi dovranno consegnare al capo della stazione od al conduttore principale del convoglio una richiesta scritta e motivata.

Art. 40. Dovranno mantenersi costantemente accese e pronte a partire delle macchine denominate di soccorso o di riserva, e ciò nei punti di ciascuna linea che saranno indicati dal Ministro dei lavori pubblici sopra proposta della Società.

Le regole relative al servizio di queste macchine saranno egualmente determinate dal Ministro dietro proposizione della Società.

Art. 41. Nei luoghi di deposito delle macchine si troverà costantemente un vagone carico di tutti gli utensili necessarj per un caso d'accidente.

Ciascun treno dovrà d'altronde essere fornito degli utensili più necessarj.

Art. 42. Alle stazioni che saranno indicate dal Ministro dei lavori pubblici si conserveranno dei registri sui quali si noteranno i ritardi che oltrepassano i dieci minuti pei cammini la cui lunghezza è al disotto di 50 chilometri e di 15 minuti per le strade che superano questo estremo. Tali registri, dinoteranno la natura e la composizione dei treni, il nome delle locomotive che gli hanno rimorchiati, le ore di partenza e d'arrivo, la causa e la durata del ritardo.

Simili registri verranno presentati a qualunque richiesta agli ingegneri, funzionarj ed agenti dell'Amministrazione pubblica incaricati della sorveglianza del materiale e dell' esercizio.

Art. 43. Degli avvisi collocati nelle stazioni faranno conoscere al pubblico le ore di partenza dei convogli ordinarj di qualunque natura, le stazioni che essi devono servire, le ore in cui devono arrivare e partire a ciascuna delle stazioni.

Almeno 15 giorni prima di essere messi in esecuzione questi ordini di servizio saranno comunicati nello stesso tempo ai Commissarj Reali, al Prefetto del dipartimento ed al Ministro dei lavori pubblici, che potrà prescrivere le modificazioni necessarie per la sicurezza della circolazione o pel bisogno del pubblico.

Titolo V. *Della percezione delle tasse e delle spese accessorie.*

Art. 44. Niuna tassa, di qualunque natura essa sia, non potrà essere percetta dalla Società che in virtù di un' omologazione del Ministro dei lavori pubblici.

Le tasse percette attualmente sulle strade le cui concessioni sono anteriori al 1835 e che non sono ancora regolarizzate, dovranno esserlo prima del 1.° aprile 1847.

Art. 45. Per l'esecuzione del primo paragrafo dell'articolo precedente, la Società dovrà compilare una tavola dei prezzi che essa intende di ricevere nel limite del massimo autorizzato dalle relative condizioni pel trasporto dei viaggiatori, bestiami, merci ed oggetti diversi, e trasmetterla nello stesso tempo al Ministro dei lavori pubblici, ai Prefetti dei dipartimenti attraversati dalla strada ferrata ed ai Commissarj Reali.

Art. 46. Inoltre la Società nel più breve termine possibile e nelle forme indicate dall'articolo precedente, dovrà sottoporre le sue proposizioni al Ministro dei lavori pubblici pei prezzi di trasporto non determinati dalle condizioni, a riguardo dei quali il Ministro è chiamato a stabilire.

Art. 47. In quanto alle spese accessorie, come sono quelle di carico e scarico, di deposito nei magazzini delle stazioni delle strade ferrate, ed in quanto a tutte le tasse che dovranno essere regolate annualmente, la Società dovrà sottoporre il regolamento all' approvazione del Ministro dei lavori pubblici nel decimo mese di ciascun anno. Le antiche tariffe continueranno ad applicarsi sino alla decisione.

Art. 48. Le tabelle delle spese accessorie state approvate saranno costantemente affisse nei luoghi più in vista delle stazioni delle strade ferrate.

Art. 49. Allorchè la Società vorrà introdurre qualche cambiamento nei prezzi autorizzati, essa dovrà darne avviso al Ministro dei lavori pubblici, ai Prefetti dei dipartimenti attraversati ed ai Commissarj Reali.

Il pubblico sarà informato nello stesso tempo dei cambiamenti sottoposti all'approvazione del Ministro mediante gli opportuni avvisi.

Allo spirare del mese dalla data dell'affisso, le dette tasse potranno essere percette, qualora in questo intervallo il Ministro dei lavori pubblici le abbia omologate.

Se dal Ministro si saranno introdotte delle modificazioni a taluno dei prezzi esposti, quelli modificati saranno affissi di bel nuovo e non potranno mettersi in esecuzione che dopo il periodo di un mese dalla data di questi affissi.

Art. 50. La Società sarà tenuta di effettuare con cura, esattezza e celerità e senza alcun favore i trasporti delle merci, bestiami, ed oggetti di qualunque natura che le verranno consegnati.

Di mano in mano che giungeranno alla strada ferrata dei colli, bestiami od oggetti qualunque, si registreranno immediatamente indicando il prezzo totale del trasporto.

Il trasporto si eseguirà in ordine alle iscrizioni, a meno che sia domandato un ritardo, oppure acconsentito dallo speditore, che si dovrà menzionare nel registro.

Dovrà consegnarsi allo speditore una ricevuta, se viene domandata, senza pregiudizio se occorre della lettera di trasporto. La ricevuta indicherà la natura ed il peso dei colli, il prezzo totale del trasporto ed il periodo entro il quale verrà eseguito questo trasporto.

I registri menzionati nel presente articolo saranno a qualunque richiesta presentati ai funzionarj ed Agenti incaricati di vegliare l'esecuzione del presente regolamento,

Titolo VI. *Della sorveglianza dell' esercizio.*

Art. 51. La sorveglianza dell'esercizio delle strade ferrate si eserciterà concordemente:

Dai Commissarj reali.

Dagli ingegneri di ponti e strade, dagli ingegneri delle miniere e dai conduttori, dai guarda-miniere ed altri agenti sotto i loro ordini.

Dai Commissarj speciali di polizia e dagli agenti sotto i loro ordini.

Art. 52. I Commissarj Reali sono incaricati:

Di sorvegliare il sistema d'applicazione delle tariffe approvate e l'esecuzione delle misure prescritte pel ricevimento e per la registratura dei colli, il loro trasporto e la consegna ai destinatarj;

Di vegliare all'esecuzione delle misure approvate o prescritte, perchè il servizio dei trasporti non sia interrotto ai punti estremi della linea in comunicazione l'una coll'altra.

Di verificare le condizioni dei contratti che si saranno stipulati dalle Società colle Imprese di trasporto per terra o per acqua in corrispondenza colle

strade ferrate, e di indicare tutte le infrazioni al principio della eguaglianza delle tasse.

Di constatare il movimento della circolazione dei viaggiatori e delle merci sulle strade ferrate, le spese di manutenzione e di esercizio e le rendite.

Art. 53. Per l'esecuzione dell'articolo suesposto, le Società saranno tenute di presentare a qualunque richiesta ai Commissarj Reali i loro registri di spese e di rendite ed i registri menzionati nell'articolo 50.

Art. 54. A riguardo delle strade ferrate per le quali avranno conseguito dallo Stato sia un prestito con interesse privilegiato, sia la garanzia di un minimo di interesse, o per le quali lo Stato dovrà entrare a dividere i prodotti netti, i Commissarj Reali eserciteranno tutte le altre attribuzioni che saranno determinate dai regolamenti speciali ed intervenire in ciascun caso particolare.

Art. 55. Gli ingegneri, i conduttori ed altri agenti di servizio dei ponti e strade saranno specialmente incaricati di sorvegliare lo stato della strada ferrata, dei movimenti di terra, delle opere d'arte e dei ricinti.

Art. 56. Gli ingegneri delle miniere, i guarda-miniere ed altri agenti del servizio delle miniere saranno specialmente incaricati di sorvegliare lo stato delle macchine fisse e locomotive impiegate nella trazione dei convogli, ed in generale tutto il materiale circolante che serve all'esercizio.

Essi potranno farsi supplire dagli ingegneri, conduttori ed altri agenti di servizio di ponti e strade e reciprocamente.

Art. 57. I Commissarj speciali di polizia e gli agenti sotto i loro ordini, sono incaricati particolarmente di sorvegliare la composizione, la partenza, l'arrivo, il cammino e la fermata dei treni, l'ingresso alle stazioni, la circolazione delle vetture nelle corti delle stazioni, l'ammissione del pubblico sui marciapiedi delle strade ferrate.

Art. 58. Le Società sono tenute a fornire di locali convenienti i Commissarj speciali di polizia e gli agenti di sorveglianza.

Art. 59. Tutte le volte che avverrà un accidente sulla strada ferrata si darà immediata partecipazione all'autorità locale ed al Commissario speciale di polizia a cura del capo-convoglio. Il Prefetto del dipartimento, l'ingegnere di ponti e strade, e l'ingegnere delle miniere incaricati della sorveglianza ed il Commissario Reale saranno immediatamente informati a cura della Società.

Art. 60. Le Società dovranno sottoporre all'approvazione del Ministro dei lavori pubblici i loro regolamenti relativi al servizio ed all'esercizio della strada ferrata.

Titolo VII. *Delle misure concernenti i viaggiatori e le persone straniere al servizio della strada ferrata.*

Art. 61. È proibito a qualunque persona estranea al servizio della strada ferrata:

1.° di introdursi nel recinto della ferrovia, di passeggiare o fermarsi;

2.° di gettare o deporre qualunque materiale nè altro oggetto;

3.° di introdurre dei cavalli, bestiami od animali di qualsiasi specie;

4.° di far camminare od anche fermarsi con qualunque vettura, vagone o macchina estranea al servizio.

Art. 62. Sono eccettuati dalla proibizione portata dal primo paragrafo dell'articolo precedente i *maires* ed aggiunti, i commissarj di polizia, gli ufficiali di gendarmeria, i gendarmi ed altri agenti della forza pubblica, gli impiegati di finanza, quelli alle contribuzioni indirette, ai dazj di consumo, le guardie campestri e forestali nell'esercizio delle loro funzioni e rivestite delle rispettive uniformi od insegne.

In qualunque caso i funzionarj ed agenti precedentemente indicati saranno tenuti di conformarsi alle misure speciali di precauzione che verranno determinate dal Ministro, sentita la Società.

Art. 63. È proibito:

1.° di entrare nelle vetture senza di aver preso un viglietto e di collocarsi in una vettura di un' altra classe che quella che è indicata nel viglietto;

2.° di entrare nelle vetture o di uscire in altro modo che dalle portiere dirimpetto al lato esterno della linea della strada ferrata;

3.° di passare dall'una all' altra vettura e di sporgersi al di fuori.

I viaggiatori non devono uscire dalle vetture che alle stazioni, ed allorchè il treno è interamente fermato.

È proibito di fumare nelle vetture o nelle stazioni; tuttavia a richiesta della Società e col mezzo di misure speciali di precauzione si potranno autorizzare, derogando così a tale disposizione.

I viaggiatori sono tenuti di uniformarsi alle ingiunzioni degli agenti della Società per l'osservanza delle disposizioni menzionate ai paragrafi precedenti.

Art. 64. È proibito di ammettere nelle vetture più viaggiatori di quello che lo comporta il numero dei posti indicati in conformità all'articolo 14.

Art. 65. L' ingresso nelle vetture è interdetto:

1.° a tutte le persone in istato di ubriachezza;

2.° a tutti gli individui che portano armi da fuoco caricate, oppure degli involti che per la loro natura, pel volume od odore potrebbero incomodare i viaggiatori.

Qualunque individuo portatore di un'arma da fuoco, dovrà prima di essere ammesso sul marciapiede d'imbarcamento, far constatare che la sua arma non è caricata.

Art. 66. Le persone che vogliono spedire delle merci della natura di quelle che sono menzionate all'art. 21 dovranno dichiarare al momento ove esse le trasporteranno nella stazione della strada ferrata.

Saranno prescritte, se occorrono, delle misure speciali di precauzione pel trasporto delle dette merci, sentita la Società.

Art. 67. Non si accetterà alcun cane nelle vetture che servono pel trasporto dei viaggiatori; tuttavia la Società potrà situare nelle vetture speciali i viaggiatori che non intendono separarsi dai loro cani, purchè tali animali abbiano la museruola, qualunque sia la stagione.

Art. 68. I cantonieri, guarda-barriere ed altri agenti della strada ferrata dovranno far uscire immediatamente qualunque persona che si fosse introdotta nel recinto della strada od in qualche luogo dipendente e che non abbia il diritto di entrarvi.

Nel caso di resistenza da parte dei contravventori, qualunque impiegato della strada ferrata potrà richiedere l'assistenza degli agenti dell'Amministrazione, e della forza pubblica.

I cavalli o bestiami abbandonati che si troveranno nel recinto saranno presi e messi in sequestro.

Titolo VIII. *Disposizioni diverse.*

Art. 69. In qualunque caso ove, in conformità alle disposizioni del presente regolamento, il Ministro dei lavori pubblici deve stabilire sopra proposta di una Società, la Società stessa sarà tenuta di sottoporre tale proposizione nel periodo che sarà determinato: in difetto di che, il Ministro potrà stabilire direttamente.

Se il Ministro crede che possa aver luogo una modificazione della proposta della Società, salvo il caso d'urgenza, dovrà intendersi colla Società medesima prima di prescrivere le modificazioni.

Art. 70. Nessun venditore o distributore di oggetti qualunque non potrà ammettersi dalla Società ad esercitare la sua professione nelle corti dei fabbricati delle stazioni e nelle sale d'aspetto destinate ai viaggiatori che in virtù di un'autorizzazione speciale del Prefetto del dipartimento.

Art. 71. Allorchè una strada ferrata attraversa più dipartimenti, le attribuzioni conferite ai Prefetti dal presente regolamento potranno essere centralizzate in tutto od in parte nelle mani di uno dei Prefetti dei dipartimenti attraversati.

Art. 72. Le attribuzioni date ai Prefetti dei dipartimenti dalla presente Ordinanza saranno, in conformità all'avviso del 3 brumajo anno 9, esercitate dal prefetto di polizia in tutta l' estensione del dipartimento della Senna e nei comuni di Saint-Cloud, Meudon, e Sevres, dipartimento della Senna ed Oise.

Art. 73. Qualunque agente impiegato sulla strada ferrata indosserà un'uniforme, o porterà un distintivo; i cantonieri, guarda-barriere e sorveglianti potranno essere armati di una sciabola.

Art. 74. Niuno potrà essere impiegato in qualità di meccanico conduttore del treno se non produrrà dei certificati della sua capacità, rilasciati nelle forme che saranno determinate dal Ministro dei lavori pubblici.

Art. 75. Alle stazioni indicate dal Ministro, le Società conserveranno dei medicinali e dei mezzi di soccorso necessarj nel caso di accidenti.

Art. 76. In ciascuna stazione sarà tenuto un registro numerizzato e segnato, a Parigi dal prefetto di polizia, altrove dal *maire* locale, il quale sarà destinato a ricever i reclami dei viaggiatori che avessero delle lagnanze, sia contro la Società, sia contro i suoi agenti. Questo registro sarà presentato a qualunque richiesta dei viaggiatori.

Art. 77. I registri menzionati agli articoli 9, 20 e 42 saranno numerizzati e segnati dal Commissario di polizia.

Art. 78. Alcuni esemplari del presente regolamento saranno costantemente affissi all'Ufficio della Società, in vicinanza agli ufficj delle strade ferrate e nelle sale d'aspetto.

Il conduttore principale di un treno in cammino dovrà egualmente essere munito di un esemplare del regolamento.

Si dovranno fare degli estratti per essere consegnati a ciascuno nella parte che lo concerne, cioè ai meccanici, fuochisti, guarda-freni, cantonieri, guarda-barriere ed altri agenti impiegati sulla strada ferrata.

In ciascuna cassa delle vetture dovranno essere collocati degli estratti in ciò che concerne le regole da osservarsi dai viaggiatori durante il cammino.

Art. 79. Saranno constatate, riconosciute, e represse in conformità al titolo III della legge 15 luglio 1845 sulla polizia delle strade ferrate, le contravvenzioni al presente regolamento, alle decisioni prese dal Ministro dei lavori pubblici ed agli avvisi pubblicati dai Prefetti dietro l'analoga approvazione per l'esecuzione di detto regolamento.

Art. 80. Il nostro Ministro Segretario di Stato dei lavori pubblici è incaricato dell'esecuzione della presente Ordinanza.

Legge 15 luglio 1845 sulla Polizia delle strade ferrate.

Titolo I. *Misure relative alla conservazione delle strade ferrate.*

Art. 1. Le strade ferrate costrutte o concesse dallo Stato fanno parte delle grandi comunicazioni.

Art. 2. Si applicano alle strade ferrate le leggi ed i regolamenti sulle grandi comunicazioni che hanno per oggetto la conservazione dei fossetti, delle scarpe ed opere d'arte dipendenti dalle strade, e di interdire su tutta la loro estensione il passaggio dei bestiami, i depositi di terra e qualunque altro oggetto.

Art. 3. Sono applicabili alle proprietà confinanti delle strade ferrate le servitù imposte dalle leggi e regolamenti sulle grandi comunicazioni e che concernono:

L'allineamento.

Lo scolo delle acque.

L'occupazione temporanea dei terreni nel caso di riparazione.

La distanza da osservarsi per le piantagioni e lo sfrondamento degli alberi piantati.

Il sistema di esercitare le mine, miniere, torbiere, cave di ghiaja e di sabbia nella zona determinata a quest'effetto.

Sono egualmente applicabili alla costruzione e manutenzione delle strade ferrate le leggi ed i regolamenti sull' estrazione dei materiali necessarj ai lavori pubblici.

Art. 4. Tutta la strada ferrata verrà chiusa ai due lati ed in tutta l'estensione della rotaja.

L'Amministrazione determinerà per ciascuna linea il sistema di questa chiusura e per quelle strade ferrate che non vennero assoggettate a tale obbligo l'epoca in cui dovranno effettuarsi.

Ovunque le strade ferrate si incrocieranno a livello colle strade ordinarie, saranno costrutte delle barriere, che si terranno chiuse in conformità dei regolamenti.

Art. 5. Per l'avvenire non potrà essere eseguita qualunque costruzione oltre ad un muro di cinta, se non che alla distanza di due metri dalla strada ferrata.

Questa distanza sarà misurata, sia dal ciglio superiore dello sterro, sia dalla base della scarpa del rialzo, sia dal bordo esterno dei fossetti della strada, ed in mancanza, da una linea tracciata alla distanza di metri 1,50 dalla guida esterna della rotaja.

Gli edificj esistenti al momento della promulgazione della presente legge, oppure alla costruzione di una nuova strada ferrata, potranno mantenersi nello stato in cui si trovavano alla detta epoca.

Un regolamento di pubblica amministrazione determinerà le formalità da osservarsi dai proprietarj per far constatare lo stato di tali edificj e fisserà il periodo entro il quale dovranno soddisfarsi simili formalità.

Art. 6. Nelle località ove la strada ferrata si trova in rialzo più di 3 metri al disopra del terreno naturale, è interdetto ai confinanti di praticare, senza la relativa autorizzazione, delle escavazioni in una zona di larghezza eguale all'altezza verticale del rialzo, misurata dal piede della scarpa.

Tale autorizzazione non potrà accordarsi senza che i concessionarj o conduttori dell' esercizio della strada ferrata si siano intesi o debitamente chiamati.

Art. 7. È proibito di stabilire ad una distanza minore di 20 metri, da una strada ferrata servita da macchine locomotive, delle coperture in paglia, degli ammassi di stoppie, fieno, e qualunque altro deposito di materie infiammabili.

Questa proibizione non si estende ai depositi dei raccolti fatti, soltanto per il tempo delle messi.

Art. 8. Senza la previa autorizzazione del prefetto non potranno essere formati dei depositi di pietre od oggetti non infiammabili se non alla distanza di 5 metri dalla strada ferrata.

Questa autorizzazione si potrà sempre rivocare.

L'autorizzazione non è necessaria: 1.° nei luoghi ove la strada ferrata è in rialzo, per formare dei depositi di materie non infiammabili, la cui altezza non eccede quella del rialzo della strada; 2.° per formare dei depositi temporarj di concimi ed altri oggetti necessarj alla coltura dei terreni.

Art. 9. Allorchè la sicurezza pubblica, la conservazione della strada e la disposizione delle località lo permetteranno, le distanze determinate dagli articoli precedenti potranno diminuirsi in virtù di Ordinanze reali che si emanassero dietro le opportune indagini.

Art. 10. Fuori del caso d'urgenza, previsto dalla legge 16-24 agosto 1790, se la sicurezza pubblica o la conservazione della strada ferrata lo esige la Amministrazione potrà far sopprimere, dietro un giusto indennizzo, le costruzioni, piantagioni, escavazioni, coperture in paglia, ammassi di materie combustibili od altro esistente nella zona di sopra specificata al momento della promulgazione della presente legge e per l'avvenire nel momento in cui verrà costrutta la strada ferrata.

L'indennizzo sarà regolato per la demolizione degli edificj in conformità al titolo IV e seguenti della legge 3 maggio 1841, e per tutti gli altri casi in conformità alla legge 16 settembre 1807.

Art. 11. Le contravvenzioni alle disposizioni del presente Titolo saranno constatate e represse come quelle delle grandi comunicazioni.

Esse verranno punite con un' ammenda da 16 a 300 franchi senza alcun pregiudizio, se occorre, delle pene portate dal Codice penale e dal Titolo III della presente legge. I contravventori saranno inoltre condannati a sopprimere, nel periodo determinato dal decreto del Consiglio di Prefettura, le escavazioni, coperture, ammassi o depositi fatti in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Mancando di soddisfare alla condanna nel periodo stabilito, si procederà d'Ufficio, e le spese relative verranno percette coi privilegi fiscali.

Titolo II. *Delle contravvenzioni commesse dai concessionarj o conduttori delle strade ferrate ai regolamenti edilizj.*

Art. 12. Allorchè il concessionario o conduttore dell'esercizio di una strada ferrata contravverrà alle condizioni del contratto, oppure alle decisioni emesse in esecuzione delle stesse condizioni in ciò che concerne il servizio della navigazione, della viabilità delle strade reali, dipartimentali e vicinali, od al libero scolo delle acque, sarà eretto il processo verbale della contravvenzione, sia dagli ingegneri di ponti e strade e delle miniere, sia dai conduttori, guarda miniere e soprastanti debitamente giurati.

Art. 13. I processi verbali, entro 15 giorni dalla loro data, saranno notificati amministrativamente al domicilio del concessionario o conduttore, a cura del Prefetto, e dal medesimo trasmessi nello stesso periodo al Consiglio della Prefettura del luogo della contravvenzione.

Art. 14. Le contravvenzioni prevedute all'art. 12 saranno punite con una ammenda di 300 franchi a 3 mila franchi.

Art. 15. D'altronde l'Amministrazione potrà prendere immediatamente tutte le misure provvisorie per far cessare il disordine, come si procede nelle materie delle grandi comunicazioni.

Le spese occorrenti per l'esecuzione di queste misure saranno percette dal concessionario o conduttore nello stesso modo delle pubbliche imposte.

Titolo III. *Delle misure relative alla sicurezza della circolazione delle strade ferrate.*

Art. 16. Chiunque avrà volontariamente distrutta o guastata la rotaja di una strada ferrata o collocato su di essa un oggetto che formi un ostacolo alla circolazione, ovvero impiegato un mezzo qualunque per incagliare la corsa dal convoglio o farlo uscire di rotaja, sarà punito col carcere.

Se ha luogo la morte od un ferimento di taluno, la colpa sarà nel primo caso punita colla morte, e nel secondo colla pena dei lavori forzati per un tempo da determinarsi.

Art. 17. Se il crimine preveduto dall'art. 16 è stato commesso in una riunione sediziosa, con ribellione, saranno imputabili i capi, autori, instigatori e promotori di queste riunioni, i quali saranno puniti come colpevoli di crimine e condannati alle stesse pene di quelle che gli avranno personalmente eseguiti, anche nel caso che la riunione sediziosa non avesse lo scopo principale di distruggere la rotaja di ferro.

Tuttavia in quest'ultimo caso, allorchè la pena di morte sarà applicabile agli autori di un crimine, essa verrà cambiata a riguardo dei capi, autori, instigatori e promotori di tali riunioni colla pena ai lavori forzati in perpetuo.

Art. 18. Chiunque avrà minacciato mediante uno scritto anonimo o firmato di commettere uno dei crimini preveduti dall'art. 16 sarà punito colla prigione da 3 a 5 anni, nel caso che la minaccia sia accompagnata con ordine di deporre una somma in denaro in un dato luogo o di soddisfare a qualunque altra condizione.

Se la minaccia non è stata accompagnata da alcun ordine o condizione, la pena sarà la prigione da tre mesi a due anni, ed una multa da 100 a 500 franchi.

Se la minaccia con ordine o condizione è verbale, il colpevole sarà punito colla prigione di 15 giorni a 8 mesi e con una multa da 25 a 300 franchi.

In ogni caso il colpevole potrà essere messo dal giudice sotto la sorveglianza dell'alta polizia per un tempo che non potrà essere minore di 2 anni nè maggiore di 5 anni.

Art. 19. Chiunque per imprudenza, disattenzione, negligenza o per inosservanza alle leggi e regolamenti, avrà involontariamente causato, su di una strada ferrata o nelle stazioni, un accidente che avrà portato delle ferite, sarà punito colla prigione da 8 giorni a 6 mesi e con una multa da 50 a mille franchi.

Se l'accidente ha causata la morte di una o più persone, la prigione sarà da 6 mesi a 5 anni e la multa da 300 a 3000 franchi.

Art. 20. Saranno puniti colla prigione da 6 mesi a 5 anni tutti i meccanici, conduttori, o guarda-freni che avranno abbandonato il loro posto durante la corsa del convoglio.

Art. 21. Tutte le contravvenzioni alle Ordinanze reali che portano un regolamento d'amministrazione pubblica sulla polizia, sicurezza ed esercizio delle strade ferrate, ed ai decreti emanati dai Prefetti coll'approvazione del Ministro dei lavori pubblici per l'esecuzione delle dette ordinanze, saranno punite con una multa da 6 a 300 franchi.

Nel caso recidivo entro l'anno, l'ammenda sarà portata al doppio, ed il Tribunale potrà secondo le circostanze pronunciare inoltre l'imprigionamento da 4 giorni ad un mese.

Art. 22. I concessionarj o conduttori di una strada ferrata saranno risponsali, sia verso lo Stato, sia verso i particolari dei danni causati dagli amministratori, direttori od impiegati a titolo qualunque al servizio dell'esercizio della strada ferrata.

Lo Stato sarà sottoposto alla stessa risponsabilità verso i particolari se la strada ferrata viene esercitata a sue spese e per proprio conto.

Art. 23. I crimini, delitti o contravvenzioni preveduti nei Titoli I e III della presente legge potranno essere constatati mediante processi verbali eretti in contesto cogli ufficiali di polizia giudiziaria, cogli ingegneri di ponti e strade, e delle miniere, coi conduttori, agenti di sorveglianza, guarda-miniere ovvero incaricati dall'Amministrazione e debitamente giurati.

I processi verbali dei delitti e delle contravvenzioni faranno fede sino alle prove in contrario.

Dietro il giuramento prestato davanti al tribunale di prima istanza del loro domicilio, gli agenti di sorveglianza dell'Amministrazione e dei concessionarj e dei conduttori potranno stendere i verbali su tutta la linea della strada ferrata alla quale sono essi applicati.

Art. 24. I processi verbali eretti in virtù dell'articolo precedente saranno timbrati e registrati nel bilancio.

Quelli che si saranno eretti dagli agenti di sorveglianza e guardie giurate dovranno essere affermati entro tre giorni davanti al giudice di pace od al *maire* sia del luogo del delitto o contravvenzione, sia di residenza dell'agente, sotto pena di nullità.

Art. 25. Qualsiasi attacco o resistenza con violenza e vie di fatto verso gli agenti delle strade ferrate nell'esercizio delle loro funzioni sarà punito colle pene applicate alla ribellione, secondo le distinzioni fatte dal Codice penale.

Art. 26. L'articolo 463 del Codice penale è applicabile alle condanne che saranno pronunciate in esecuzione della presente legge.

Art. 27. Nel caso di convinzione di molti delitti preveduti dalla presente legge e dal Codice penale la sola pena da pronunciarsi sarà la maggiore.

Le pene incorse pei fatti posteriori a quelli di cui si tratta potranno essere accumulate senza pregiudizio delle pene di recidiva.

La presente legge discussa, deliberata ed adottata dalla Camera dei Pari e da quella dei Deputati e sanzionata da noi quest'oggi, sarà eseguita come legge dello Stato.

Condizioni che d'ordinario si impongono nella concessione di una strada ferrata.

1. *Tracciamento e costruzione della strada.*

Art. 1. A datare dall'approvazione della convenzione, la Società dovrà sottoporre all'approvazione dell'Autorità superiore di due mesi in due mesi, e per sezioni di venti chilometri almeno, riportato su di una pianta nella scala di uno a 5 mila, il tracciamento definitivo della strada ferrata. Essa indicherà sopra questo piano, senza ledere le disposizioni del seguente articolo, la posizione ed il tracciamento delle stazioni di fermata e di cambio, come pure i luoghi di carico e scarico. — A questa stessa pianta si dovranno unire un profilo longitudinale seguendo l'asse della strada ferrata, un determinato numero di sezioni trasversali, la tavola delle salite e delle discese, ed un cenno di descrizione, comprese le opere d'arte. La Società sarà autorizzata a rilevare copia delle piante, delle livellazioni e descrizioni compilate a spese dello Stato. — Nel corso dell'esecuzione la Società avrà la facoltà di proporre le modificazioni che essa giudicherà utili di introdurre; ma tali modificazioni non potranno eseguirsi che in seguito all'approvazione ed al consentimento formale dell'Amministrazione superiore.

Art. 2. I terreni saranno acquistati, e le opere d'arte saranno eseguite immediatamente per due rotaje — I movimenti di terra potranno eseguirsi per una sola rotaja, come pure il collocamento delle guide, salvo la formazione di un determinato numero di rotaje di cambio. — D' altronde la strada dovrà costruirsi a due rotaje in tutto il suo corso a spese della Società, allorquando sarà constatato dall'Amministrazione l'insufficienza di un sol binario, in seguito all'aumento della circolazione. La larghezza eccedente stata acquistata dalla Società concessionaria non potrà essere impiegata se non che nella formazione di questa seconda rotaja.

Art. 3. La larghezza di una strada ferrata in corona è fissata per una sola rotaja a metri 4.50; nei luoghi ove verrà costrutto un doppio binario, tale larghezza è fissata a $8^m 30$ nelle tratte in rialzo e di $7^m 40$ negli abbassamenti e nei tagli di roccia, non compresi i fossetti necessarj allo scolo delle acque, e di $8^m 00$ fra i parapetti dei ponti e nelle gallerie — La larghezza della rotaja fra gli orli interni delle guide dovrà essere da $1^m 44$ a $1^m 45$. La distanza fra le due rotaje nelle parti ove esse saranno costruite, risulterà almeno di $1^m 80$ misurati fra le superficie esterna delle guide di ciascuna rotaja. La larghezza delle banchine, od in altri termini la distanza tra la superficie delle guide esterne al ciglio esterno della strada, sarà almeno di $1^m 50$ nelle parti in rialzo e di 1^m in quelle in abbassamento ed ove trovansi i tagli di roccia, non compresi i fossetti laterali per lo scolo delle acque, e di $1^m 35$ fra i parapetti dei ponti e nelle gallerie.

Art. 4. I rettilinei dovranno congiungersi col mezzo di curve il cui raggio minimo è determinato di 350^m, e laddove le congiunzioni si effettuano con questo raggio minimo, il profilo longitudinale deve essere orizzontale. — Allorchè vi saranno due curve consecutive, l'una diretta in senso contrario dell'altra, si troverà frammezzo un tratto rettilineo lungo almeno 100^m. Il massimo delle pendenze del tracciamento non eccederà il 10 per mille; ciò non pertanto in via eccezionale e sotto

l'approvazione speciale dell'Amministrazione potrà portarsi tale pendenza sino al 15 per mille. — Una parte orizzontale di 100^m almeno dovrà essere collocata fra due forti declività consecutive, allorquando tali declività si succedono in senso contrario ed in maniera di scolare le loro acque nel medesimo luogo. — Le declività corrispondenti alle curve di piccolo raggio dovranno diminuirsi più che sia possibile. Alle disposizioni contenute in questo articolo, come a quelle dell'articolo precedente, la Società avrà la facoltà di proporre le modificazioni di che l'esperienza potrà indicare d'utilità o la convenienza; ma tali modificazioni non potranno essere eseguite che in seguito alla relativa approvazione ed al consentimento formale dell'Amministrazione Superiore.

Art. 5. Il numero, l'estensione e la località delle stazioni di cambio sarà determinato dall'Amministrazione, sentita previamente la Società. — Indipendentemente dalle stazioni di cambio, la Società sarà tenuta di costruire pel servizio dei luoghi attraversati dalla strada ferrata o situati in vicinanza di essi delle stazioni destinate per dimorarvi e per caricare e scaricare; il cui numero, la località e la superficie saranno determinati dall'Amministrazione dietro le occorrenti indagini.

Art. 6. La Società, prima di cominciare i lavori è tenuta di sottoporre all'approvazione dell'Amministrazione il progetto delle accennate stazioni, il quale sarà costituito:

1.° Da una pianta nella scala di 1 a 500 indicante le rotaje, i marciapiedi, i fabbricati e la loro distribuzione interna;

2.° Da una elevazione dei fabbricati nella scala di 1 a 100;

3.° Da una memoria descrittiva nella quale siano giustificate le disposizioni essenziali del progetto.

Art. 7. Tranne il caso di ostacoli particolari, la cui valutazione appartiene esclusivamente all'Amministrazione, la strada ferrata all'incontro delle strade imperiali e dipartimentali dovrà passare sia al disopra sia al disotto di tali strade. Gli incrociamenti a livello verranno soltanto tollerati per le strade vicinali, rurali o private.

Art. 8. Allorchè la strada ferrata dovrà passare al disopra di una strada imperiale, dipartimentale o vicinale, la larghezza del ponte o cavalcavia non sarà minore di 8^m per la strada imperiale, di 7^m per la strada dipartimentale, di 5^m per la strada vicinale di grande comunicazione e di 4^m per le altre strade rurali. — L'apertura del ponte fra le spalle sarà almeno di 8^m, e la distanza verticale fra l'introdosso, al disopra delle guide, non sarà minore di 4^m 80.

Art. 9. Allorchè la strada attraverserà un fiume, un canale, od una gora qualunque, il ponte avrà la larghezza della strada e l'altezza dei parapetti sarà fissata dalla pubblica Amministrazione, ed in ogni caso non sarà minore di 0^m 80. — In quanto all'apertura dell'arco ed alla sua altezza dal pelo d'acqua alla sottochiave, esse verranno determinate dall'Amministrazione in ciascun caso particolare secondo le circostanze locali.

Art. 10. I ponti da costruirsi all'incontro delle strade imperiali, dipartimentali e dei fiumi e canali di navigazione oppure flottabili, saranno in muratura o in ferro. Essi potranno eziandio essere costrutti con travi in legname, pile e spalle in muratura; ma a queste pile ed a queste spalle verrà assegnata la grossezza necessaria affinchè sia possibile in seguito di sostituire alle travi in legname, sia delle travi in ferro, sia degli archi in muratura.

Art. 11. Se occorresse di riformare le strade esistenti, la declività del profilo secondo le nuove direzioni, non potrà eccedere il 3 per cento per le strade imperiali e dipartimentali ed il 5 per cento per le strade vicinali. Tuttavia l'Amministrazione rimane libera di valutare le circostanze che potrebbero motivare una deroga alla regola precedente.

Art. 12. I ponti da costruirsi all'incontro delle strade imperiali, dipartimentali e dei fiumi o canali di navigazione e flottazione, come pure il trasporto delle strade imperiali e dipartimentali, non potranno intraprendersi che in virtù dei progetti approvati dall'Amministrazione Superiore. — Il Prefetto del dipartimento, dietro il parere dell'Ingegnere in Capo di ponti e strade e dietro le indagini d'uso, potrà autorizzare il traslocamento delle strade vicinali e la costruzione dei ponti all'incontro delle strade e dei corsi d'acqua non navigabili nè flottabili.

Art. 13. Nel caso ove delle strade imperiali, dipartimentali, vicinali, rurali o private saranno attraversate a livello dalla ferrovia, le guide non potranno essere elevate o depresse dalla superficie del suolo di queste strade più di 3 centimetri. Le guide e le strade ferrate dovranno essere disposte in maniera che non risulti alcun ostacolo alla circolazione. Si conserveranno chiuse le barriere da ciascun lato della strada ove questa misura sarà giudicata necessaria dall'Amministrazione. — Un guardiano pagato dalla Società sarà costantemente destinato alla guardia ed al servizio di queste barriere. Gli incrociamenti a livello delle strade ferrate non potranno effettuarsi sotto un angolo minore di 45°.

Art. 14. La Società sarà tenuta di ristabilire e di assicurare a sue spese lo scolo di tutte le acque il cui corso fosse arrestato, sospeso o modificato dai lavori dipendenti dall'impresa. — Gli acquidotti che saranno costrutti a questo effetto sotto le strade imperiali o dipartimentali saranno in muratura o in ferro.

Art. 15. All'incontro dei fiumi flottabili o navigabili la Società sarà tenuta di prendere tutte le misure necessarie, e di pagare tutte le spese occorrenti perchè il servizio della navigazione e della flottazione non soffra nè interruzione nè incaglio, durante l'esecuzione dei lavori. La stessa condizione è obbligatoria per la Società all'incontro delle strade imperiali e dipartimentali ed altre strade pubbliche; a tal effetto saranno costrutti per cura ed a spese della Società, delle strade e dei ponti provvisorj, ovunque ciò si riconoscerà necessario. — Prima che siano intercettate le comunicazioni esistenti gli ingegneri del luogo dovranno riconoscere e constatare se i lavori provvisorj presentano una solidità sufficiente e se essi possono assicurare il servizio della circolazione. Verrà stabilito un periodo per la durata e l'esecuzione dei lavori provvisorj.

Art. 16. I fori delle gallerie, di cui si riconoscesse la necessità, avranno la larghezza almeno di 8 metri fra i piedritti a livello delle guide e 5^{m} 50 di altezza sotto la chiave, partendo dalla superficie della strada; e la distanza verticale fra l'intradosso ed il disopra delle guide esterne di ciascuna rotaja sarà almeno di 4^{m} 75 — Se i terreni nei quali sono aperti i sotterranei presentassero dei pericoli di franamento o di infiltrazioni, la Società sarà tenuta di prevenirli o di assicurarsi da tali pericoli mediante opere solide ed impermeabili.

Art. 17. I pozzi di ventilazione e di costruzione delle gallerie non potranno avere la loro apertura sopra alcuna strada pubblica, e laddove si trovassero saranno circondati da un muro di contorno dell'altezza di 2^{m} 00.

Art. 18. Nella costruzione della strada ferrata la Società potrà impiegare i materiali comunemente in uso nei lavori pubblici del luogo; tuttavia i fregi delle volte, gli spigoli, i zoccoli, i coronamenti, saranno possibilmente in pietra da taglio; nei luoghi ove non si trovano le pietre da taglio sarà tollerato l'uso dei mattoni denominati d'*apparato* — Le guide ed altri elementi che costituiscono la strada ferrata dovranno essere di buona qualità ed adattati a soddisfare la loro destinazione — Il peso delle guide sarà almeno di 35 chilogrammi al metro corrente per le rotaje di circolazione, e di 30 chilogrammi, nel caso che la Società voglia collocare le guide sopra longoni.

Art. 19. Tutti i terreni che sono destinati pel collocamento di una strada ferrata e di tutte le sue dipendenze, quali sono le stazioni pel cambio e per la fermata dei convogli, i luoghi di carico e di scarico, come pure pel ristabilimento delle comunicazioni deviate od interrotte, non che dei nuovi alvei dei canali, saranno acquistati e pagati dalla Società. — La Società entra nei diritti e negli obblighi che derivano all'Amministrazione dalla legge 2 maggio 1841.

Art. 20. Essendo l'impresa di pubblica utilità, la Società è investita di tutti i diritti che le leggi ed i regolamenti conferiscono alla stessa Amministrazione pei lavori dello Stato. In conseguenza di ciò essa potrà procurarsi nei medesimi modi i materiali di rialzo e di inghiajamento necessarj alla costruzione ed alla manutenzione della strada ferrata, tanto per l'estrazione, quanto pel trasporto e pei depositi delle terre e dei materiali; essa godrà dei privilegi accordati dalle medesime leggi e regolamenti agli imprenditori di opere pubbliche, essendo a suo carico di indennizzare nella via amichevole i proprietarj dei terreni occupati ovvero, in caso di disaccordo, dietro quanto verrà stabilito dal Consiglio di prefettura, salvo il ricorso al Consiglio di Stato, senza che in alcun caso essa possa rivolgersi a tale riguardo contro l'Amministrazione.

Art. 21. Le indennità per occupazione temporanea o pel deterioramento dei terreni, per qualunque danno, modificazione o distruzione delle officine e per qualsiasi altro titolo risultante dai lavori, saranno sostenute e pagate dalla Società.

Art. 22. Le opere che si troveranno nel raggio delle fortificazioni e nella zona della servitù, le quali a termini degli attuali regolamenti dovrebbero essere eseguite dagli officiali del Genio militare, lo saranno dagli agenti della Società, ma sotto la vigilanza e la sorveglianza di questi officiali ed in conformità ai progetti particolari che saranno stati previamente approvati dai Ministri della guerra e dei lavori pubblici — La stessa facoltà potrà essere accordata in via eccezionale per le opere sul terreno militare occupato dalle fortificazioni, tutte le volte che il Ministro della guerra giudicherà che non ne può derivare alcun inconveniente per la difesa.

Art. 23. Se la linea della strada ferrata attraversa un terreno di già concesso per l'esercizio di una miniera, l'Amministrazione determinerà le misure da prendersi perchè la costruzione della strada ferrata non risulti nocevole all'esercizio della miniera e reciprocamente perchè nel caso di scadenza l'esercizio della miniera non comprometta l'esistenza della ferrovia. — I lavori di assicurazione da eseguirsi nell'interno della miniera in causa dell'attraversamento della strada ferrata e tutti i danni risultanti da tale attraversamento pei concessionarj della miniera, saranno a carico della Società.

Art. 24. Se la strada ferrata deve estendersi sopra terreni che contengano delle cave o attraversarli sotterraneamente, non potrà essere aperta alla circolazione prima che le escavazioni, le quali potrebbero compromettere la sicurezza, siano bene consolidate. L'Amministrazione determinerà la natura e l'estensione dei lavori che converrà intraprendere a questo effetto e che saranno d'altronde eseguiti a cura ed a spese della Società della ferrovia.

Art. 25. Durante i lavori che verranno da essa eseguiti col mezzo degli agenti di sua scelta, la Società sarà soggetta al controllo ed alla sorveglianza dell'Amministrazione. — Questo controllo e, sorveglianza avranno per iscopo di impedire che la Società si allontani dalle disposizioni che le vennero ingiunte col presente Capitolato e di verificare gli elementi delle calcolazioni delle spese ove venne garantito l'interesse.

Art. 26. A misura che i lavori saranno compiuti sopra qualche parte della strada ferrata in maniera che questa parte possa aprirsi alla circolazione, si procederà al collaudo da uno o più Commissarj da nominarsi dall'Amministrazione; il processo verbale steso da questi Commissarj delegati non sarà valido che dopo la sua approvazione da parte dell'Amministrazione superiore. — In seguito a questa approvazione, la Società potrà metter in servizio le dette parti di strada ferrata e percepire i diritti di pedaggio ed il prezzo determinato pei trasporti. Tuttavia questi collaudi parziali, non diverranno definitivi che in seguito al collaudo generale di tutta la strada ferrata.

Art. 27. Dopo il compimento totale dei lavori, la Società farà eseguire a sue spese la confinazione contestuale ed una planimetria catastale della strada ferrata e sue dipendenze; essa farà egualmente compilare a sue spese e contestualmente coll'Amministrazione uno stato descrittivo dei ponti, acquedotti ed altre opere d'arte che si saranno costrutte in conformità alle condizioni del presente Capitolato d'appalto. — Una copia certificata dei processi verbali di confinazione, del piano catastale, e dello stato descrittivo sarà deposta a spese della Società negli archivj dell'Amministrazione di ponti e strade.

Art. 28. Le spese di visita, sorveglianza e di ricognizione delle opere, saranno sostenute dalla Società. Queste spese verranno imputate sulla somma che la Società è tenuta di versare annualmente alla Cassa Centrale del Tesoro. — Quando non si eseguisca il versamento nel termine stabilito, il Prefetto emanerà un ordine esecutivo ed il montare sarà coperto nell'egual modo delle pubbliche imposte.

Art. 29. Quando nel periodo di un anno a datare dall' approvazione della convenzione, la Società non si sarà messa in misura di cominciare i lavori che essa si è assunta di eseguire, e se effettivamente non furono intrapresi, rimarrà decaduta di pieno diritto dalla concessione della strada ferrata, senza che abbia luogo nessun altro avviso. — Nel caso del decadimento preveduto dal presente articolo, la somma depositata a titolo di cauzione, diverrà in proprietà dello Stato e rimarrà di ragione del Tesoro pubblico. — Allorchè saranno intrapresi i lavori, si restituirà un quinto della cauzione e proporzionalmente col procedere dei lavori stessi.

Art. 30. La contribuzione fondiaria sarà stabilita in ragione della superficie dei terreni occupati dalla strada ferrata e sue dipendenze; la quota sarà calcolata come pei canali in conformità alla legge del 25 aprile 1803. — Le fabbriche ed i magazzini dipendenti dall' esercizio della strada ferrata saranno considerate come gli

altri edificj esistenti nella località, e la Società dovrà egualmente pagare tutte le contribuzioni alle quali potranno essere sottoposti. — L'imposta dovuta al Tesoro sul prezzo dei posti non sarà prelevata che sulla parte di tariffa corrispondente al prezzo di trasporto dei viaggiatori.

2. *Manutenzione ed esercizio.*

Art. 31. La strada ferrata con tutte le sue dipendenze sarà costantemente mantenuta in buona condizione ed in maniera che la circolazione sia sempre facile e sicura. — Lo stato della strada e sue dipendenze sarà riconosciuto annualmente ed anche frequentemente, in caso di urgenza o di accidenti, da uno o più Commissarj che verranno delegati dall' Amministrazione. — Le spese di manutenzione e quelle di riparazione, sia ordinarie, sia straordinarie, rimarranno interamente a carico della Società. — Per ciò che concerne tale manutenzione e riparazione rimane sottoposta al controllo ed alla sorveglianza dell'Amministrazione. — Ultimata che sia la strada ferrata, qualora non sia costantemente mantenuta in buono stato si provvederà di Ufficio a cura dell'Amministrazione ed a spese della Società. Il montare delle spese sostenute sarà soddisfatto sulle note che il Prefetto del Dipartimento renderà esecutorie.

Art. 32. La Società sarà tenuta di collocare a sue spese, ove lo richiederà il bisogno, dei guardiani in un numero sufficiente per ottenere la sicurezza del passaggio dei treni sulla strada e quella della circolazione ordinaria nei luoghi ove la ferrovia è attraversata a livello dalle strade comuni.

Art. 33. Le macchine locomotive saranno costrutte secondo i migliori modelli; esse dovranno consumare il loro fumo e soddisfare inoltre a tutte le condizioni prescritte o che verranno successivamente ingiunte dall'Amministrazione, prima di essere posto in servizio questo genere di macchine. — Le vetture dei viaggiatori dovranno egualmente essere fatte secondo i migliori modelli e soddisfare a tutte le condizioni imposte o da imporsi per le vetture che servono al trasporto dei viaggiatori sulle strade ferrate; esse saranno sospese sopra molle e munite di sedili. — Ve ne saranno almeno di tre classi. — Le vetture di prima classe saranno coperte, tappezzate e chiuse a vetri. — Quelle di seconda classe saranno coperte, chiuse a vetri, ed avranno il sedile imbottito. — Quelle di terza classe saranno chiuse a vetri e munite di sedili cogli schienali.

L'interno del compartimento di ogni classe conterrà l'indicazione del numero dei posti di cui è capace. — L'Amministrazione potrà esigere che un compartimento di ciascuna classe sia riservato nei treni dei viaggiatori alle donne che viaggiano sole.

Le vetture dei viaggiatori, i vagoni destinati al trasporto delle merci, le sedie di posta, i carri pei cavalli e bestiami, le piatteforme ed in generale tutte le parti del materiale circolante saranno di buona e solida costruzione.

Prima di mettere in servizio questo materiale, la Società sarà tenuta ad assoggettarsi a tutti i regolamenti emanati in proposito.

Le macchine locomotive, tenders, vetture e vagoni di qualunque specie saranno mantenuti in buono stato.

Art. 34. Saranno emanati dei regolamenti d'amministrazione pubblica, sentita previamente la Società, i quali determineranno le misure e le disposizioni necessarie per assicurare la polizia ed il servizio della strada ferrata, come pure la conservazione delle opere annesse.

Tutte le spese dipendenti dall'esecuzione delle misure prescritte da questi regolamenti saranno a carico della Società.

La Società sarà tenuta di sottoporre all'approvazione dell'Amministrazione i regolamenti relativi al servizio ed all'esercizio della strada ferrata.

Art. 35. Il Ministro determinerà, dietro le proposte della Società, il minimo ed il massimo della velocità dei convogli dei viaggiatori e delle merci, e dei convogli speciali, come pure la durata del tragitto.

3. *Durata, riscatto, e decadimento della concessione.*

Art. 36. La durata della concessione ordinariamente è di 99 anni. Questo periodo incomincia a decorrere dal primo gennajo successivo al compimento dei lavori di costruzione.

Art. 37. All'epoca stabilita pel termine della concessione e pel sòlo fatto di questo termine, il Governo viene surrogato in tutti i diritti della Società, sulla strada ferrata e sue dipendenze, ed entrerà perciò a godere immediatamente de' suoi prodotti. — La Società sarà tenuta di rimettere in buono stato di manutenzione la strada ferrata, e tutti gli immobili che ne dipendono, qualunque ne sia l'origine, come sono le fabbriche delle stazioni, le rimesse, le officine ed i depositi, le case dei guardiani, ec. Avverrà lo stesso per riguardo agli immobili della suddetta strada, come sono le barriere, le cinte, le rotaje, i cambiamenti di rotaja, le piatteforme girevoli, i serbatoj d'acqua, le trombe idrauliche, le macchine fisse, ecc.

Negli ultimi cinque anni che precederanno il termine della concessione, il Governo avrà il diritto di sequestrare le rendite della strada ferrata e di impiegarle a rimettere in buono stato la strada stessa e sue dipendenze, qualora la Società non si metta in misura di soddisfare pienamente ed interamente a quest'obbligo.

In ciò che concerne gli oggetti mobiliari, quali sono: il materiale circolante, i materiali, il combustibile, le provviste di qualunque genere, i mobili delle stazioni, gli utensili delle officine e delle stazioni, lo Stato sarà tenuto, se la Società lo richiede, di riprendere tutti questi oggetti in base alla stima che verrà fatta dai periti; e reciprocamente, se lo Stato intende di averli, la Società sarà tenuta di cederli nello stesso modo. — Tuttavia lo Stato non potrà obbligarsi che a ricevere le provviste necessarie all'esercizio della strada per sei mesi.

Art. 38. A qualunque epoca, dopo il termine dei primi quindici anni dalla concessione, il Governo avrà la facoltà di riprendere la concessione stessa per intero della strada ferrata. — Per regolare il prezzo di ricupera si desumeranno i prodotti netti annuali ottenuti dalla Società durante i 7 anni che avranno preceduto quello in cui sarà fatta la ricupera; verranno sottratti i prodotti netti delle due annate minori; e si stabilirà il prodotto netto medio degli altri cinque anni. — Questo prodotto netto medio costituirà l'ammontare di un'annualità che sarà dovuta e pagata alla Società durante ciascun anno che rimarrà al compimento della durata della concessione. — In nessun caso il montare dell'annualità non sarà inferiore al prodotto

netto degli ultimi sette anni presi per termine di confronto. — Inoltre la Società nei primi tre mesi che seguiranno la ricupera, riceverà il rimborso a cui ha diritto al termine della concessione, secondo il disposto del precedente articolo.

Art. 39. Mancando la Società di compiere i lavori nel termine stabilito, come pure non soddisfacendo ai diversi obblighi che li vengono imposti dal presente Capitolato, essa incorrerà nel decadimento del contratto e si provvederà alla continuazione e compimento dei lavori, ed all'esecuzione degli altri obblighi assunti dalla Società col mezzo d'appalto che si aprirà in base al prezzo dei lavori eseguiti e dei materiali provveduti e delle parti di strada ferrata di già messe in esercizio. — La delibera potrà essere anche inferiore al prezzo fiscale.

La nuova Società sarà sottoposta alle condizioni del presente Capitolato d'appalto e la Società decaduta riceverà il prezzo che verrà stabilito nella delibera.

Quando l'asta non abbia alcun risultato, si tenterà un secondo appalto sulle medesime basi dopo il periodo di tre mesi; se questo secondo tentativo rimane egualmente infruttuoso, la Società sarà definitivamente decaduta da ogni diritto, ed inallora le opere eseguite, i materiali provveduti e le parti di strada ferrata di già poste in esercizio apparterranno allo Stato.

Art. 40. Se l'esercizio di una strada ferrata viene ad essere interrotto in tutto od in parte, l'Amministrazione prenderà immediatamente le misure necessarie per assicurare provvisoriamente il servizio, e ciò a spese ed a rischio della Società.

Se nei tre mesi dall' organizzazione del servizio provvisorio, la Società non avrà validamente giustificato che essa è in istato di riprendere e di continuare l'esercizio e se essa non l'avrà effettivamente ripreso, potrà dichiararsi il decadimento dal Ministro. Dichiarato lo stesso decadimento, la strada ferrata con tutte le sue dipendenze verrà subappaltata e si procederà nel modo indicato dall'articolo precedente.

Art. 41. Le disposizioni dei precedenti tre articoli non verranno applicate, e per ciò non avrà luogo il decadimento, nel caso in cui il concessionario non abbia potuto soddisfare i suoi obblighi per una forza maggiore debitamente constatata.

4. *Tasse e condizioni relative al trasporto dei viaggiatori e delle merci.*

Art. 42. Per indennizzare la Società degli interessi e delle spese che essa si è assunta di fare col presente Capitolato d'appalto e sotto la condizione espressa che essa soddisferà esattamente tutti gli obblighi, il Governo le accorda l'autorizzazione di ricevere durante tutto il tempo della concessione il diritto di pedaggio ed il prezzo di trasporto determinato dall'unita tariffa. — I prezzi stabiliti pei trasporti a grande velocità non comprendono l'imposta dovuta allo Stato. Si dichiara espressamente che i prezzi di trasporto non saranno dovuti alla Società che allorquando essa effettuerà tali trasporti a sue spese e con mezzi proprj: in caso diverso, non avrà il diritto che al prezzo stabilito per il pedaggio.

La percezione avrà luogo secondo il numero dei chilometri percorsi. Qualunque parte di chilometro sarà pagata come se si avesse percorso l'intero chilometro.

Il peso della tonnellata è di mille chilogrammi. — Le frazioni di peso non saranno calcolate tanto per la grande quanto per la piccola velocità che per centesimi di tonnellata e per dieci chilogrammi. — Così tutti i pesi compresi fra lo zero ed i dieci chilogrammi pagheranno come dieci chilogrammi; fra dieci e venti chilogrammi come

20 chilogrammi, ecc. — Tuttavia per le eccedenze dei bagagli e delle merci a grande velocità, le frazioni saranno stabilite: 1.° da zero a 5 chilogrammi; 2.° al disopra di 5 sino a 10 chilogrammi; 3.° al disopra di dieci chilogrammi per frazioni indivisibili di dieci chilogrammi. — Qualunque sia la distanza percorsa, il prezzo di una spedizione qualunque, sia a grande sia a piccola velocità, non potrà essere minore di 40 centesimi.

Art. 43. A meno di un' autorizzazione speciale che potrà rivocarsi dall' Amministrazione, qualunque treno regolare di viaggiatori dovrà comprendere delle vetture di ogni classe in un numero bastante per tutte le persone che si presentassero negli Ufficj della Strada ferrata. — In ciascun treno di viaggiatori la Società avrà il diritto di situare delle vetture a compartimenti speciali pei quali verranno stabiliti dei prezzi particolari dall' Amministrazione pubblica dietro proposta della Società; ma il numero dei posti da assegnarsi in questi compartimenti non potrà oltrepassare il quinto del numero totale dei posti del treno.

Art. 44. Ogni viaggiatore il cui bagaglio non pesa più di 30 chilogrammi, per il porto di questo bagaglio non avrà da pagare alcun supplemento al prezzo del suo posto. — Tale franchigia non si applicherà ai fanciulli trasportati gratuitamente e sarà ridotta a 20 chilogrammi per quelli che pagano la metà.

Art. 45. I diritti di pedaggio ed il prezzo di trasporto determinati nella tariffa non sono applicabili a tutte le masse indivisibili che pesano più di 3 mila chilogrammi. Ciò nullameno la Società non potrà rifiutarsi a trasportare le masse indivisibili che pesano da tre mila a cinque mila chilogrammi, ma il diritto di pedaggio ed il prezzo di trasporto sarà aumentato di una metà. — La Società non potrà essere costretta a trasportare le masse pesanti più di 5 mila chilogrammi. — Se non ostante tale disposizione la Società trasportasse delle masse indivisibili che pesano più di 5 mila chilogrammi, essa dovrà, durante almeno tre mesi, accordare la medesima facoltà a tutti quelli che ne facessero domanda. In questo caso i prezzi di trasporto saranno stabiliti dall' Amministrazione dietro proposta della Società.

Art. 46. Nel caso in cui la Società giudicasse conveniente, sia per la corsa totale, sia pei tratti parziali della strada di abbassare il prezzo che è autorizzata a ricevere con o senza condizioni al disotto dei limiti determinati dalla tariffa, le tasse abbassate non potranno rialzarsi che dopo il periodo almeno di tre mesi pei viaggiatori e di un anno per le merci. — Qualunque modificazione di tariffa proposta dalla Società verrà annunciata un mese prima mediante affissi. — La percezione delle tariffe modificate non potrà aver luogo che dietro l' approvazione dell' Amministrazione superiore in conformità alle disposizioni dell'ordinanza 15 novembre 1846.

La percezione delle tasse dovrà farsi indistintamente e senza alcun favore. — Qualunque convenzione particolare che avrà per effetto di accordare ad uno o più speditori una riduzione sulle tariffe approvate, viene formalmente proibita: tuttavia questa disposizione non è applicabile alle convenzioni che potrebbero stipularsi tra il Governo e la Società nell' interesse del pubblico servizio, nè alle riduzioni che fossero accordate dalla Società agli indigenti. — Nel caso di abbassamento delle tariffe la riduzione verrà fatta proporzionalmente sul pedaggio e sul trasporto.

Art. 47. La Società sarà tenuta di effettuare costantemente con cura, esattezza e prontezza e senza alcun favore, il trasporto dei viaggiatori, bestiami e derrate, merci

ed oggetti qualunque che le verranno consegnati. — I colli, bestiami ed oggetti qualunque saranno inscritti alla stazione da dove partono ed a quella ove arrivano sopra registri speciali di mano in mano al loro ricevimento; sul registro della stazione di partenza verrà indicato il prezzo totale dovuto pel trasporto. — Per le merci che hanno una medesima destinazione le spedizioni avranno luogo secondo l'ordine che vennero inscritte alla stazione di partenza.

Qualunque spedizione di merci verrà constatata, qualora lo speditore lo richiegga, da una lettera di trasporto di cui un esemplare resterà nelle mani della Società ed un altro in quelle dello speditore. Nel caso in cui lo speditore non domandasse questa lettera di trasporto, la Società sarà tenuta a rilasciargli una ricevuta che indichi la natura ed il peso dei colli, il prezzo totale del trasporto ed il periodo entro il quale tale trasporto verrà fatto.

Art. 48. Gli animali, derrate, merci ed oggetti qualunque saranno spediti e consegnati da stazione a stazione nel periodo e sotto le condizioni qui di seguito indicate, cioè:

1.° Gli animali, derrate, merci ed oggetti qualunque a grande velocità saranno spediti alla loro destinazione, col primo treno dei viaggiatori che comprenda delle vetture di tutte le classi, purchè essi siano stati presentati all'iscrizione tre ore prima della partenza di questo treno; — Essi verranno messi a disposizione dei destinatarj alla stazione entro due ore dall'arrivo del medesimo treno.

2.° Gli animali, derrate, merci ed altri oggetti a piccola velocità saranno spediti nel giorno successivo a quello della consegna; tuttavia l'Amministrazione superiore potrà estendere questo periodo a due giorni. La massima durata del tragitto sarà fissata dall'Amministrazione dietro le proposte della Società senza che questo massimo possa eccedere ventiquattr'ore per ogni frazione indivisibile di 125 chilometri. — I colli saranno in ogni caso messi a disposizione del destinatario nel giorno successivo a quello che arriveranno alla stazione. — Il periodo totale qui sopra indicato è soltanto obbligatorio per la Società. — Essa potrà stabilire una tariffa ridotta approvata dal Ministro per qualunque speditore che accetterà dei periodi più lunghi di quelli determinati più sopra per la piccola velocità.

Pel trasporto delle merci, sopra proposta della Società, si potranno stabilire dei periodi medj fra quelli a grande ed a piccola velocità. Il prezzo corrispondente a questo periodo sarà intermedio fra quelli stabiliti per le accennate velocità diverse.

L'Amministrazione superiore mediante regolamenti speciali determinerà l'orario di aprimento e di chiudimento delle stazioni tanto nell'inverno quanto nell'estate, come pure le disposizioni relative alle derrate tradotte nottetempo, destinate a provvedere i mercati delle città.

Allorchè la merce dovrà passare dall'una all'altra linea fra loro disgiunte, il periodo di consegna e di spedizione al luogo di congiunzione, sarà stabilito dall'Amministrazione dietro proposta della Società.

Art. 49. Le spese accessorie non indicate nelle tariffe, quali sono l'inscrizione, il carico e scarico, il magazzinaggio nelle stazioni e lungo le strade ferrate, saranno stabilite annualmente dall'Amministrazione dietro proposte della Società.

Art. 50. La Società sarà tenuta di eseguire essa stessa, oppure con un intermediario di cui la medesima risponderà, il trasporto e la consegna al domicilio dei destinatarj di tutte le merci che le verranno consegnate.

La spedizione ed il trasporto non saranno punto obbligatorj esternamente alle mura, come pure per una popolazione agglomerata minore di cinque mila abitanti, non che al centro di una popolazione di 5 mila abitanti situato a cinque chilometri dalla stazione della strada ferrata.

Le tariffe dei prezzi saranno stabilite dall' Amministrazione dietro proposta della Società. Esse si applicheranno a qualunque persona senza alcuna distinzione. — Tuttavia gli speditori e destinatarj rimarranno liberi di eseguire a loro spese il trasporto e la consegna delle merci.

TARIFFA

dei prezzi di trasporto dei principali oggetti che vengono tradotti sulle strade ferrate.

	PREZZO		
1.° *Per testa e per chilometro* a grande velocità	di pedaggio	di trasporto	totale
Viaggiatori — Vetture coperte di I. Classe. Fr.	0,067	0,033	0,100
» » di II. Classe »	0,050	0,025	0,075
» » di III. Classe »	0,037	0,018	0,055
I fanciulli al di sotto di 3 anni sono esenti da tasse, sotto la condizione però che siano portati sulle ginocchia. Dai tre ai sette anni essi pagano un mezzo posto, ed hanno il diritto ad un posto intero; tuttavia nello stesso scompartto due fanciulli non possono occupare che un sol posto. Oltre i sette anni pagano l' intero posto.			
I cani trasportati nei treni dei viaggiatori »	0,010	0,005	0,015
2.° *Per tonnellata e per chilometro* a piccola velocità			
Prima classe — Spiriti, olj, legname fino e di tintoria, prodotti chimici, uova, vivande fresche, zucchero, caffè, droghe, coloniali, ecc.	0,09	0,07	0,160
Seconda classe — Grani, farine, legumi, derrate alimentari, calce e gesso, carbone di legna, legna da fuoco, legname d' opera, marmi, bitumi, cotone, vini, birra, ferro, rame, piombo, ecc.	0,08	0,06	0,140
Terza classe — Carbon fossile, marne, ceneri, concimi, pietre calcari, materiali per la riparazione delle strade, minerali di ferro, mattoni, sabbia, ecc..	0,06	0,04	0,100

NOTE ED APPENDICI

FORMOLE ADOTTATE PER LA CALCOLAZIONE DEI MOVIMENTI DI TERRA

(Estratto dall'opera compilata dal *Dinan*, Cond. di Ponti e Strade)

Trasporto colla carriuola

Trasporto orizzontale. — La formola ammessa in Francia dall'Amministrazione di Ponti e Strade pel trasporto colla carriuola è in modo generale $x = \frac{2\,p\,d}{1000}$, essendo x il prezzo di trasporto di un metro cubico di materie ad una distanza d, e p il prezzo della giornata del lavorante terrajuolo.

I numeri 2 e 1000 sono costanti adottate in un senso generale pel trasporto delle terre, ma che in alcuni casi, allorchè aumenta o diminuisce la densità delle materie, devono subire delle variazioni.

Per far variare queste costanti in una giusta misura è utile di conoscere il principio fondamentale della costruzione della formola tipo. Ciò è quanto verremo a dimostrare.

In seguito a molte osservazioni si può ammettere che la forza dinamica di un uomo esercitato, vale a dire il suo prodotto giornaliero nei trasporti colla carriuola, può calcolarsi ad 1 000 000 di chilogrammi trasportati ad un metro di distanza.

Se si suppone che il trasporto si effettui da uomini non esercitati, o deboli, ovvero se si tien conto delle difficoltà e dei ritardi causati dalle intemperie, l'indicata cifra può discendere a 600 000 chilogrammi. Fra queste due cifre venne adottato come effetto medio chilogrammi 800 000.

Ciò ritenuto, il costo di un chilogrammo trasportato alla distanza di un metro sarà $\frac{p}{800\,000}$, e se il chilogrammo di materie deve tradursi ad una

distanza qualunque d, il prezzo diverrà $\frac{pd}{800000}$, e nel caso che si vogliano trasportare delle materie che prese in complesso pesino un determinato numero K di chilogrammi, si avrà $\frac{Kpd}{800000}$ per l' espressione generale del prezzo di trasporto.

Per applicare una tal formola all' unità di massa, vale a dire al metro cubico, basterà sostituire a K il peso specifico delle materie che si devono trasportare. Laonde se si trattasse di tradurre un metro cubico di terra comune, si dovrà sostituire a K il suo peso, ossia 1600 chilogrammi, ed in tal caso si avrà $\frac{1600pd}{800000}$, e semplificando si ha $x = \frac{2pd}{1000}$, espressione di già indicata e che si applica pei trasporti orizzontali.

Si comprende adunque che qualora in luogo della terra comune si dovessero trasportare dei frammenti di roccie ottenuti nello sterro, il valore di x dovrà aumentare di conformità, seguendo il rapporto dei pesi specifici; in tal caso la densità di un metro cubico di roccia essendo di 2400 chilog., si avrà $\frac{2400pd}{800000}$ ovvero $x = \frac{3pd}{1000}$. Se i frammenti di roccia sono calcolati in rialzo, il peso di un metro cubico essendo 2000 chilog., avuto riguardo agli interstizj, si avrebbe $\frac{2000pd}{800000}$ ossia $x = \frac{2pd}{800}$.

Infine se si trattasse di trasportare delle materie il cui peso fosse di 800 chilogrammi al metro cubico, l'espressione del prezzo sarebbe $\frac{800\,pd}{800000}$, ossia $x = \frac{pd}{1000}$.

Questa variazione di costanti non è generalmente ammessa nei lavori di acque e strade, avuto riflesso: 1.° che le materie le quali vengono ordinariamente trasportate sono quelle il cui peso è di circa 1600 chilogrammi; 2.° che questa cifra è la media fra i coefficienti estremi di 2400 e 800, che sono i pesi delle altre materie; 3.° che prendendo 1600 per coefficiente generale, si è stabilito un ragguaglio che sulla massa d' un' impresa non può allontanarsi sensibilmente da una giusta retribuzione del lavoro.

Senza dubbio si vollero in tal maniera evitare le contestazioni che potevano sorgere qualora si ammettevano delle basi variabili nella formola, e che in molti casi sarebbero state l'oggetto di riclami continui.

Tali considerazioni hanno indotto ad adottare un'unica espressione generale per qualunque materia.

Trasporto verticale. — Ordinariamente non si tien conto nel trasporto dell'altezza dello sterro se non che allorquando la linea che passa pel centro

di gravità dallo sterro al rialzo eccede la pendenza del 5 per cento: dal 5 all'8 per cento, il ricambio in luogo di calcolarsi della distanza di 30^m si ritiene di soli 20^m; al disopra dell'8 per cento, la distanza d'applicazione si determina dividendo la differenza di livello dei centri di gravità per 0,08, vale a dire si calcola una distanza orizzontale che rappresenta quella che si seguirebbe qualora si effettuasse il trasporto mediante un' ascesa dell'8 per cento.

Dietro questa base se si volesse calcolare separatamente per un ricambio il trasporto orizzontale e quello verticale, si avrebbe dapprima la distanza orizzontale di 20^m, poi pel trasporto verticale l'elevazione all' estremo dei venti metri, che sarebbe $20 \times 0,08 = 1^m 60$.

Siccome questa funzione di 0,08 condurrebbe a numeri frazionarj, noi prenderemo un quasi equivalente, cioè $\frac{1}{12}$, che darà dei numeri interi, per la qual cosa l'elevazione all'estremità dei 20 metri diverrà $20 \times \frac{1}{12} = \frac{28}{12} = 1,667$.

Il trasporto orizzontale a 20^m essendo calcolato per $\frac{2}{3}$ del ricambio, quello verticale a $1,667$, costerà adunque $\frac{1}{3}$ del ricambio orizzontale.

Se si chiama con P il costo del ricambio orizzontale a 30^m, quello del trasporto verticale a $\frac{20}{12}$, ovvero 1,667, sarà $\frac{1}{3}$ P; per conseguenza il prezzo dell'elevazione a 30^m di altezza sarà dato dalla proporzione $\frac{20}{12} : \frac{1}{3} : P = 30 : x$, da cui $x = \frac{120\,P}{20} = 6\,P$.

Laonde l' elevazione a 30^m con una salita di $\frac{1}{12}$ pagandola pel suo maggior valore al disopra del trasporto orizzontale, deve costare altrettanto che il trasporto orizzontale a 6 ricambj. E la valutazione totale, calcolando la distanza orizzontale fra i centri di gravità, sarà aumentata di 6 volte la differenza di livello che vi è fra gli stessi centri di gravità.

Allorchè si hanno delle terre da innalzarsi quasi verticalmente, e che il trasporto è soggetto a dei giri di cammino che rendano possibile la formazione di salite ad $\frac{1}{12}$, la differenza di livello fra i centri di gravità essendo la sola conosciuta, è meglio in questo caso valutarla prendendo per base il trasporto verticale.

Abbiamo veduto che l'elevazione a $\frac{20}{12}$, ossia a 1,667, importa un ricambio orizzontale P; dalla seguente proporzione avremo il prezzo del trasporto verticale a 30 metri d'altezza.

$$\frac{20}{12} : P = 30 : x \; \frac{360\,P}{20} = 18\,P.$$

Ciò indica che la valutazione a 30 metri costa altrettanto che il trasporto orizzontale a 18 ricambj.

In alcuni progetti, in luogo di quello che abbiamo più sopra indicato, si adotta come rapporto fra il trasporto orizzontale e verticale il numero 20 in luogo di 18, e ciò pei seguenti motivi:

« Tutte le osservazioni sugli effetti utili dell'uomo sono d'accordo sopra « questo punto, cioè che un lavorante terrajuolo innalzando dei pesi col « mezzo della carriuola su di una rampa di $\frac{1}{12}$ non può per un medio in « capo ad una giornata di dieci ore, elevare che un peso di 40000 chi- « logrammi. Ora si sa che lo stesso operajo potrebbe trasportare durante « il medesimo tempo su di un piano orizzontale un peso di 800000 chi- « logrammi ad un metro di distanza; da cui risulta che è d'uopo pagare « la medesima somma tanto per innalzare 40 mila chilogrammi ad un metro « quanto per trasportare 800000 chilog. ad un metro di distanza. Laonde « il prezzo di elevazione verticale deve essere di $\frac{800\,000}{40\,000}$, ovvero 20 volte « altrettanto che il trasporto orizzontale ».

Quest'ultimo ragionamento differisce dal primo in ciò che esso è basato sui risultati ottenuti, in luogo di riportarsi a quanto si usa comunemente nella pratica. Perciò è senza dubbio più esatto e dovrebbe essere preferito nell'applicazione.

Termineremo questi brevi cenni sul trasporto delle materie col mezzo delle carriuole percorrendo strade ascendenti, col riprodurre alcune delle condizioni che vengono imposte dall'Amministrazione francese di ponti e strade nei capitolati d'appalto.

« 1.° Allorchè il centro dello sterro sarà inferiore a quello del rialzo, si « terrà conto della difficoltà del trasporto aumentando la lunghezza media « del cammino della metà della lunghezza di una rampa inclinata dell'8 per « cento, che acquisterebbe la differenza di livello dei due centri di gravità.

« 2.° Allorchè il centro di gravità del rialzo sarà più alto di quello dello « sterro, non si calcolerà che la distanza orizzontale se la rampa media non « eccede il cinque per cento; ed allorchè la rampa eccede tale misura, si « prenderà per la distanza d'applicazione del trasporto venti volte la diffe- « renza di livello dei centri di gravità.

« 3.° Se si trattasse di trasporti fatti salendo dallo sterro al rialzo, la di-
« stanza da calcolarsi sarà più grande delle due distanze che seguono, cioè:
« *a*) La distanza orizzontale presso a poco dei centri di gravità au-
« mentata di sei volte la distanza verticale degli stessi punti;
« *b*) Diciotto volte questa medesima distanza verticale. »

Quest'ultima condizione si considera la più chiara e quella meglio determinata; per la qual cosa essa dovrebbe preferirsi nella redazione delle stime, salvo una leggera modificazione che si crederebbe utile di fare all'articolo *b*): in luogo di *diciotto volte*, sarebbe da porsi *venti volte questa medesima distanza verticale*, in conformità a quello che venne detto più sopra.

Trasporto col carretto

Trasporto orizzontale. — La costruzione della formola relativa al trasporto col carretto si deduce dal seguente ragionamento:

Se si ammette che un veicolo possa percorrere nella giornata ed in un numero determinato di ore uno spazio rappresentato da L, la quantità trasportata all'estremo della distanza percorsa sarà il cubo di carico C; in conseguenza l'effetto giornaliero riferito all'unità sarà $L \times C$, vale a dire il veicolo potrà trasportare in un giorno alla distanza orizzontale di un metro, un cubo rappresentato da $L \times C$.

Essendo P il prezzo della giornata di un carretto compreso il cavallo e il conduttore, il costo di un metro cubico trasportato ad un metro di distanza orizzontale sarà $\frac{P}{L \times C}$.

Prima di applicare questo valore ad una distanza di trasporto è d'uopo considerare che il trasporto di una massa di sterro si divide in viaggi; che ciascun viaggio comprende l'andata ed il ritorno dalla distanza D, più il tempo perduto nel carico e nello scarico, che può essere valutato dalla distanza che sarà possibile di percorrere questo tempo medesimo, e che si denominerà con d. Ciò induce ad esprimere un viaggio con $2D + d$.

Applicando questa espressione, il prezzo di un metro cubico di materia qualunque trasportata alla distanza D sarà dato dalla formola

$$x = \frac{P(2D + d)}{L \times C}$$

Questa formola è quella che si usa generalmente dal Corpo degli ingegneri d'acque e strade in Francia.

Trasporto verticale. — I risultati delle esperienze che hanno servito a determinare i rapporti, secondo i diversi casi pel trasporto orizzontale e verticale, emergono dalla seguente tavola:

RISULTATI DELLE ESPERIENZE SUL TRASPORTO DEI MOVIMENTI DI TERRA E DEI MATERIALI DI COSTRUZIONE COL MEZZO DI CARRETTI

Numero progressivo	QUALITÀ DEL TRASPORTO E DELLA STRADA PERCORSA	Durata del lavoro giornaliero	Cammino giornaliero	Peso trasportato	Sforzo esercitato	Rapporto dello sforzo di trazione al peso trasportato	Effetto utile per giorno o peso trasportato ad 1 met. di distanza orizzontale	OSSERVAZIONI
	Un cavallo trasportante dei pesi su di una strada orizzontale col mezzo di carretti e ritornante vuoto per prendere un nuovo carico:	ore	metri	chilog.	chil.		chilogr.	Queste esperienze si sono fatte con cavalli robusti come quelli che si impiegano in Francia nei grandi movimenti di terra. I risultati corrispondono ad un medio stabilito fra un periodo di tempo molto lungo per tener conto del bello e cattivo tempo.
1	Su di una strada in pietrisco mantenuta in buona condizione	10	36,000	1500	60	$\frac{1}{25}$	24 000 000	
2	Su di un terreno duro col farsi strada su di un fondo duro e disuguale	10	36,000	1100	65	$\frac{1}{16.9}$	18 000 000	
3	Su di un rialzo con suolo umido e fangoso . .	10	36,000	700	70	$\frac{1}{10}$	12 000 000	
	Un cavallo trasportante dei pesi su di una strada in salita col mezzo di un carretto e ritornante vuoto a prendere un nuovo carico:							Le rampe indicate per ciascuna qualità di terreno corrispondono al limite massimo che è stato possibile di ammettere nelle esperienze.
4	Su di una strada in pietrisco mantenuta in buono stato con una rampa di $\frac{1}{12}$ (8 per cento circa) .	10	32,000	1200	60	$\frac{1}{20}$	18 000 000	
5	Su di un terreno duro facendosi strada su di un fondo duro e disuguale e colla rampa di $\frac{1}{16}$ (il 6 per cento circa)	10	32,000	900	65	$\frac{1}{13.8}$	12 000 000	
6	Su di un rialzo con terreno umido e fangoso, ed una rampa di $\frac{1}{20}$ (il 5 per cento)	10	32,000	600	70	$\frac{1}{8.60}$	8 000 000	

Dietro questa tavola è facile lo stabilire per ciascun caso particolare la relazione che esiste fra il trasporto orizzontale e quello verticale:

1.° Allorchè il trasporto deve effettuarsi su di *una strada in pietrisco* si trova nella tavola che l'effetto utile giornaliero ad un metro di distanza, è nel caso del terreno orizzontale 24 000 000 di chilogrammi, ed in quello del terreno in ascesa del dodicesimo, 18 000 000 di chilogrammi. Col mezzo di questi dati si può determinare l'effetto verticale, ovvero il peso innalzato per giorno ad un metro d'altezza. Ammettendo una rampa di $\frac{1}{12}$, l'elevazione ad 1 metro sarà a 12 metri di distanza dal punto di partenza, e l'effetto giornaliero applicato a questa distanza sarà $\frac{18\,000\,000}{12}$ ovvero 1500000 chilogrammi. Questa cifra esprime eziandio l'effetto verticale, e per conseguenza il rapporto di quest'ultimo con quello orizzontale sarà $\frac{24\,000\,000}{1\,500\,000}$, ovvero 16; vale a dire che si innalzerà 16 volte meno di materia ad 1 metro di altezza di quello che si potrebbe trasportare ad un metro di distanza orizzontale. Ciò indica che su di una strada in pietrisco, il trasporto verticale costa 16 volte tanto quanto il trasporto orizzontale.

Da un tale risultato ne consegue che questa valutazione del trasporto in salita può applicarsi nel seguente modo:

« Se il trasporto deve effettuarsi in salita, si terrà conto di questa dif-
« ficoltà, applicando la distanza percorsa aumentata di quattro volte l'altezza
« verticale della salita. »

Se si dovesse percorrere una strada accidentata, bisognerebbe dire *aumentata di quattro volte la somma dell'altezza delle diverse rampe da superarsi.*

Per rendere ragione di una tal maniera di calcolare basterà considerare il caso in cui la rampa sia al massimo ovvero di $\frac{1}{12}$; allora supponendo la elevazione all'unità, la distanza orizzontale sarà di dodici volte l'unità. Per tener conto del maggior valore del trasporto verticale, si dovrà adunque aggiungere quattro volte l'unità onde costituire una distanza che vale 16 volte l'unità orizzontale.

2.° Allorchè il trasporto deve eseguirsi su di un suolo compatto col farsi strada in un fondo duro e disuguale in salita di $\frac{1}{16}$, si ottiene per l'effetto verticale $\frac{12\,000\,000}{16}$ ovvero 750000 chilogrammi. Il rapporto $\frac{18\,000\,000}{750\,000}$ è 24. Dunque in questo caso il trasporto verticale è 24 volte tanto quello orizzontale.

Si può eziandio spiegare la valutazione del trasporto in rampa per questo secondo caso.

Se il centro di gravità dello sterro è inferiore a quello del rialzo, si calcolerà la maggiore delle due distanze che seguono:

1.° La distanza orizzontale presso a poco dei centri di gravità aumentata di otto volte la distanza verticale degli stessi centri.

2.° Ventiquattro volte questa stessa distanza verticale.

Se si tratta di trasporti da farsi sopra un rialzo, oppure su di un terreno umido, fangoso ed in rampa di $\frac{1}{20}$, la tavola dà per effetto verticale $\frac{8000000}{20}$, ovvero 400000 chilogrammi, e pel rapporto coll'effetto orizzontale $\frac{12\,000\,000}{400\,000}$, ovvero 30. In quest'ultimo caso il trasporto verticale costa 30 volte tanto quello orizzontale, e la valutazione può esprimersi nel seguente modo:

Se il centro di gravità dello sterro è inferiore a quello del rialzo, si calcolerà la maggiore delle due distanze che seguono:

1.° La distanza orizzontale presso a poco dei centri di gravità aumentata di dieci volte la distanza verticale di questi centri.

2.° Trenta volte la stessa distanza verticale.

I tre casi che abbiamo sviluppati si riferiscono alle diverse circostanze che possono presentarsi nell'applicazione, cioè: 1.° se si tratta di un trasporto di materiali su di una strada in pietrisco, il primo caso è quello che conviene di applicare; 2.° se lo stesso trasporto deve eseguirsi su di una strada in terra, il secondo caso è quello che vi corrisponde; 3.° se si tratta dell'esecuzione dei movimenti di terra di una strada, il terzo caso è quello che si applica. Diremo adunque che esso deve generalmente adottarsi pei movimenti di terra.

Trasporto col vagone

Nel Cap. V del I volume (pag. 228) abbiamo accennato in qual modo si eseguiscono gli sterri col mezzo dei vagoni, ed abbiamo indicato che le rotaje di ferro su cui scorrono i vagoni stessi, possono essere provvisorie o definitive a seconda delle circostanze. Nel primo caso il materiale delle rotaje viene d'ordinario fornito dall'imprenditore dei movimenti di terra, mentre nel secondo caso si impiega quello della strada, e successivamente serve per l'esercizio di essa. Noi esamineremo l'uno e l'altro caso.

Il prezzo di trasporto col vagone si deve comporre evidentemente di cinque elementi distinti e relativi:

1.° al deprezzamento del materiale della rotaja;

3.° al deprezzamento ed alla manutenzione dei vagoni;

3.° alle spese di collocamento e manutenzione delle ruotaje;
4.° alle spese di trazione;
5.° a quelle speciali di carico e scarico.

Primo elemento.

Deprezzamento del materiale costituente le ruotaje.

1.° Caso — *Guide fornite dall'appaltatore.* — Le guide provvisorie possono avere la forma così detta americana, oppure a ferro piatto trattenute da cunei; tanto nell' uno quanto nell' altro caso sono senza cuscinetti. Qualunque sia la forma di queste guide, il loro peso non oltrepassa i 18 chilogrammi al metro corrente, ritenendosi che ciò possa bastare pei vagoni carichi anche fra i più pesanti. — Le guide provvisorie ordinariamente hanno la lunghezza di $4^m 50$ e le traverse si collocano alla distanza di $0^m 90$ fra gli assi rispettivi.

Un metro corrente di binario semplice di ferro piatto internato nelle intaccature praticate nelle traverse ed assicurato con cunei costa Fr. 16. 36 — La perdita di valore si calcola . . . . Fr. 8. 80

Si aggiunge il 6 per cento per la perdita degli interessi durante 3 anni, ossia pel tempo in cui durano i lavori . . . . . . » 1. 00

Totale Fr. 9. 80

ed $^1/_5$ pel beneficio ed il consumo . . . . » 1. 96

Si ha il deprezzamento complessivo di . . . . Fr. 11. 76

A questa somma è d' uopo aggiungere la perdita di valore dei materiali costituenti gli scambiamenti di rotaja, il cui numero varia secondo la lunghezza e l' importanza dei lavori. È necessario uno scambiamento al carico ed uno allo scarico, più tanti scambiamenti intermedj quanti sono i ricambj meno uno. Si calcola un ricambio per ciascun chilometro di distanza.

Uno scambio si compone di due cambiamenti di rotaja, ed il prezzo di ciascuno essendo di Fr. 70, lo scambio costerà Fr. 140.

Si ritiene per un medio che alla fine dei lavori questo materiale perde la metà del suo prezzo primitivo; si avrà dunque per ogni scambio la spesa di . . . . Fr. 70. —

Si aggiunge il 6 per cento della somma anticipata . . . . » 12. 60

Non che il trasporto dei materiali sul luogo dei lavori . . » — 73

Totale Fr. 83. 33

Consumo d'attrezzi ed utile dell'imprenditore $^1/_5$ della detta somma » 16. 67

Perdita di valore per uno scambio . . . . Fr. 100. —

2.° Caso. — *Guide e cuscinetti definitivi forniti all' imprenditore.* — In questa circostanza non occorre di mettere a calcolo il trasporto delle guide e dei cuscinetti dai magazzini al luogo dei lavori, giacchè tali materiali dovendo in seguito costituire la ruotaja stabile della strada, la stessa spesa di trasporto figura già in quelle per l' armamento. — Non si avrà adunque che a calcolare le traverse, i cunei, le caviglie e gli scambiamenti di cui si abbisogna. Ciò non pertanto anche questa parte di materiale è sottoposta ad un deprezzamento analogo a quello che abbiamo valutato nel caso precedente.

Il deprezzamento che subisce il materiale, e che è d'uopo riparare, consiste: — Nel raddrizzamento delle guide; nella sostituzione di quelle che si guastano; nel cambio dei cuscinetti fuori di servizio; nelle traverse in legname colle caviglie e cuscinetti per assicurare le guide. A queste perdite se si aggiunge $^1/_5$ per consumo e beneficio dell' imprenditore, si ha che il deprezzamento per ogni metro lineare di rotaja è di franchi 3. 94.

Gli scambiamenti che si impiegano in questo secondo caso sono più costosi di quelli già valutati. — I ferri e le ghise abbisognano delle dimensioni più robuste per adattarsi alle guide definitive. Queste ultime pesano da 40 a 45 chilogrammi al metro corrente, compresi i cuscinetti, mentre nel caso delle rotaje provvisorie abbiamo veduto che il peso non è di Chilog. 18 al metro corrente.

Tutto calcolato adunque, risulta che il consumo di uno scambio di rotaja importa franchi 142 cadauno.

Non rimarrà ora che a determinare quale sarà la lunghezza delle rotaje, alla quale si dovrà applicare il deprezzamento che abbiamo stabilito.

Dietro il risultato delle esperienze fatte sui maggiori movimenti di terra, si è trovato che la quantità di materie estraibile in ciascuna giornata varia da 200 a 400 ed a 600 metri cubici. In relazione quindi a queste diverse quantità di materie, ed in corrispondenza al numero dei luoghi di carico che si adottano, devono variare le lunghezze delle rotaje di servizio. Noi le troveremo per ciascuna delle accennate tre categorie.

Abbassamento o trincea con uno scavo giornaliero di 200 metri cubici. — La maggior lunghezza delle rotaje necessarie per eseguire uno sterro è quella che risulta al momento in cui i lavori hanno preso il massimo loro sviluppo, od anche allorquando l'opera trovasi al suo compimento. Esaminiamo le rotaje in quest'ultimo stato. Noi vediamo a ciascuna estremità dello sterro e del rialzo una doppia rotaja che da un lato serve al carico e dall'altro allo scarico. La doppia rotaja non deve avere più di 160 metri nè meno di 120^m, in qualunque istante se ne misuri la lunghezza; essa viene successivamente rimossa partendo dal principio dello sterro e del riporto a misura che il lavoro si avanza verso l'altro estremo.

I doppj binarj estremi sono riuniti da una rotaja principale che serve per effettuare i movimenti di terra, la quale la calcoleremo per tutta la lunghezza del lavoro, e vi comprenderemo un ramo del doppio binario esistente a ciascuna estremità. Questa lunghezza massima la chiameremo L.

Alla distanza di 15 metri dal luogo di biforcazione delle ruotaje si trova da ciascun lato una stazione di scambio dei vagoni vuoti, lunga 80 metri, che dirama dalla rotaja principale. Questa stazione o rotaja di scambio si rimove di mano in mano coll'avanzamento dei lavori. Un'altra rotaja lunga del pari 80 metri abbisogna al luogo del carico del convoglio.

Esistono eziandio degli scambiamenti intermedj lunghi ciascuno 80 metri che diramano dalla rotaja principale; il loro numero varia in relazione a quello dei ricambj che si stabiliscono di chilometro in chilometro, calcolando come distanza di trasporto lo spazio compreso fra i luoghi di scambio dei vagoni vuoti. Allorchè una tale distanza è inferiore a due chilometri, si colloca ciò nullameno uno scambio intermedio per l'incrociamento dei convogli. Finchè la distanza non supera i 2 200 metri, può bastare uno scambio.

È necessario eziandio di avere una rotaja pei vagoni in riserva e per quelli che si riparano, che si tiene anch'essa di 80 metri di lunghezza.

Tenute a calcolo tutte queste diverse tratte di rotaja, risulta che alla lunghezza principale L si devono aggiungere metri 600 di rotaja, nel caso che la lunghezza dei lavori si limiti a 2 200 metri, vale a dire con un sol ricambio intermedio: si avrà quindi

$$(a) \qquad L + 600$$

Ma qualora si abbia una lunghezza maggiore di 2 400 metri, è d'uopo aggiungere degli scambiamenti intermedj, che diventano in tal caso necessarj, la cui lunghezza è sempre di 80 metri, e la distanza fra loro è di 1000^m. Avremo quindi la lunghezza totale dei binarj rappresentata da

$$(b) \qquad \left(\frac{L - 2\,200}{1000}\right) 80$$

Risolvendo si avrà $0,08\,L - 176$; aggiungendo questa espressione al totale precedente, la lunghezza complessiva delle rotaje per uno sterro e riporto lungo non più di 2 400 metri sarà adunque:

$$1,08\,L + 424$$

Tali sono le lunghezze delle rotaje necessarie per un determinato movimento di terra.

In quanto al numero degli scambiamenti esso è determinato da:

$$4 + \left(\frac{L - 2\,200}{1000} \right)$$

Abbassamento con due luoghi di carico ed un prodotto giornaliero di 400 metri cubici. — In relazione alla diversa lunghezza del luogo dei lavori sarà d'uopo aggiungere ad una delle formole (*a*) o (*b*) la lunghezza della diramazione della rotaja pel secondo carico e relativi scambiamenti. Questa lunghezza comprenderà:

La lunghezza dello sterro, che chiameremo *D*. — Il secondo braccio della doppia rotaja di carico della lunghezza media di 80 metri. — La lunghezza dello scambio dei vagoni vuoti di 80 metri. — La rotaja per la formazione dei convogli carichi di 80 metri. — La lunghezza di uno scambio al luogo di diramazione della ruotaja principale di 80 metri — e la lunghezza della terza ruotaja di scarico di 80 metri. Ma allorchè il secondo scavo da noi supposto avrà raggiunta l'estremità dello sterro, il primo sarà indietro 150 metri, dimodochè una parte delle rotaje disponibili potrà servire per il prolungamento di questa; dalle accennate lunghezze si devono adunque sottrarre 150 metri. Per cui la lunghezza totale delle rotaje pel secondo carico è $D + 250$ metri.

Qualora la lunghezza dei lavori sia di 2 400 metri, oppure al disotto, si aggiungerà a questo totale la formola (*a*) e si avrà:

$$(c) \qquad L + D + 850$$

e se la lunghezza oltrepasserà i 2 400 metri, si aggiungerà al totale la formola (*b*), e l'espressione sarà:

$$(d) \qquad 1,08\,L + D + 674$$

Qui è d'uopo osservare che quantunque la circolazione dei convogli sulla rotaja principale risulti più attiva che nel caso di un sol carico, non vi è motivo di accrescere il numero degli scambiamenti. Si può sempre ordinare la circolazione in modo che non vi sia incontro fuori delle stazioni di scambio.

Il numero totale degli scambiamenti da calcolarsi per uno sterro con due luoghi di carico sarà adunque dato dalla formola

$$6 + \left(\frac{L - 2\,200}{1000} \right)$$

Sterro con tre luoghi di scarico ed un prodotto giornaliero di 600 metri cubici. — La materia proveniente da uno sterro con tre luoghi di carico è troppo considerevole perchè possa aver luogo lo scarico in un medesimo punto col mezzo di tre rotaje; è dunque indispensabile di formare un secondo punto di scarico ad un piano inferiore del primo.

Da un altro canto la circolazione dei convogli è troppo attiva perchè possa bastare una sola rotaja principale; a meno di ripetere ad ogni tratto gli scambiamenti. È meglio pertanto costruire una seconda rotaja collegandola colla prima mediante qualche cambiamento di rotaja, affinchè un convoglio, da qualunque punto esso giunga, possa andare a caricare o scaricare.

La lunghezza delle rotaje necessarie al terzo luogo di carico deve comprendere:

La lunghezza della seconda rotaja principale per tutta l'estensione dei lavori; ossia	L	
La lunghezza media delle due braccia della doppia rotaja di carico		80^{m}
La lunghezza media del secondo braccio della doppia rotaja al secondo scarico		80
Due scambiamenti pei vagoni vuoti, l' uno al carico, l' altro allo scarico, di lunghezza totale		160
La rotaja per la formazione dei convogli		80
I due scambiamenti, l'uno in vicinanza al punto ove la rotaja d'accesso al luogo del carico comincia a superare la scarpa dello sterro, l'altra presso al punto ove la seconda rotaja principale comincia a discendere verso il piano del secondo luogo di scarico		160
Uno scambiamento intermedio fra i due precedenti per l'incrociamento dei convogli		80
Sommano le diverse lunghezze	$L +$	640^{m}

Ma allorchè il secondo luogo di scarico si troverà all'estremità del rialzo, ovvero che sarà compiuto il terzo luogo di carico, la seconda rotaja principale, e quelle del secondo scarico diverranno disponibili. — L' estremità del piano superiore del rialzo si troverà allora a circa 150 metri da quella del piano inferiore. Per continuare il rialzo la rotaja del piano superiore potrà prolungarsi colle rotaje disponibili. Si devono adunque dedurre 150 metri.

Per lo stesso motivo, allorchè sarà compiuto il terzo luogo di carico, il secondo si troverà indietro 150 metri. Una parte di quest'ultima rotaja andrà a compire la lunghezza totale dell' abbassamento ed un' altra parte si renderà disponibile. Così pure dicasi del secondo luogo di carico in riguardo al primo. — Di maniera che la lunghezza complessiva delle rotaje che si

potrà utilizzare risulta di altri metri 150, e così in tutto, compresa la precedente tratta, di metri 300. Sottraendo questa quantità da quella suesposta, si ha un totale di $L + 340$ di rotaja.

Aggiungendosi questa somma alla formola (c) del secondo luogo di carico, si avrà la lunghezza delle rotaje applicabili ad uno sterro a tre luoghi di carico, nel caso che si abbia la lunghezza al disotto di 2 400 metri. Questa lunghezza di rotaja sarà espressa da

$$(e) \qquad 2\,L + D + 1190$$

Allorchè il luogo dei lavori sarà lungo più di 2 400 metri, si dovrà tener conto delle stazioni di ricambio della prima rotaja principale. Si dovranno eziandio stabilire altri ricambj sulla seconda rotaja, ma nel solo caso che il luogo dei lavori superi la lunghezza di 2 900 metri. In quest'ultima ipotesi le stazioni saranno come quelle della prima rotaja collocate alla distanza fra loro di un chilometro negli spazj compresi fra i due scambiamenti. Si può supporre che l'una di esse sia a 300 metri dall'estremità del rialzo e l'altra a 400^{m} dall'estremo dello sterro, ciò che ridurrà la lunghezza ad $L - 700$ metri. Si deve inoltre calcolare uno scambiamento intermedio che sarebbe bastante per una lunghezza di 2 200 metri, e non si devono valutare le stazioni di ricambio che sulla lunghezza di $L - 2\,900$. Laonde la lunghezza totale delle stazioni di ricambio può essere espressa da

$$\left(\frac{L - 2\,900}{1000}\right) 80 = 0,08 = 232$$

Dà questi particolari risulta che la lunghezza totale delle rotaje applicabili ad uno sterro a tre luoghi di carico per una località che abbia più di 2 900 metri di lunghezza deve comporsi:

1.° dell'espressione (d) del secondo luogo di carico	$1,08\,L + D + 671$
2.° delle rotaje speciali al terzo luogo, allorchè la sua lunghezza è inferiore a 2 400 metri	$+ L + 340$
3.° delle stazioni di ricambio necessarie al terzo luogo di carico, allorchè si ha una lunghezza di 2 900 met.	$+ 0,08\,L - 232$
(f) Espressione totale . . . . : .	$2,16\,L + D + 782$

Il numero totale degli scambiamenti, comprese le stazioni di riposo, sarà dato adunque da

$$11 + \left(\frac{2\,L - 100}{1000}\right)$$

Col mezzo delle formole suesposte si potrà determinare per ciascun caso e per ciascuna categoria di sterro, il deprezzamento delle rotaje provvisorie e definitive applicate ai movimenti di terra.

Ma nelle calcolazioni di un progetto se si avesse da considerare ogni sterro e riporto separatamente nel modo che abbiamo indicato, non vi sarebbe molta economia. Essa invece si otterrebbe dividendo i movimenti di terra per gruppi di abbassamenti da eseguirsi col vagone, ossia separandoli in altrettanti lotti, non considerando che l'insieme appartenente ad un lotto. Il vantaggio che ne risulta è evidente se si considerano le differenze dei cubi degli sterri. Si comprende facilmente che se tutti gli abbassamenti di un medesimo lotto si principiano nello stesso istante, quelli di minor volume verranno ultimati prima degli altri, e di mano in mano che gli uni saranno compiuti, le rotaje disponibili potranno servire per la continuazione degli altri, ed in tal maniera la stessa fornitura di rotaje potrà utilizzarsi nell'eseguire molti abbassamenti. Agendo in questo modo, si avrà un'economia notevole nella spesa.

Non vi sarà che di aggiungere la spesa occorrente pel trasporto del materiale che costituisce le rotaje dall'una all'altra località ove devono eseguirsi i lavori.

Dopo ciò che abbiamo detto possiamo ora applicare per ogni metro cubico di sterro la spesa corrispondente al deprezzamento delle rotaje.

Più sopra abbiamo calcolato:

1.° Il deprezzamento delle guide fornite dall'imprenditore per ogni metro corrente di rotaja . . . . Fr. 11.80

2.° Il deprezzamento degli scambiamenti che si applicano a queste rotaje per cadauno di essi . . . . » 100. —

3.° Il deprezzamento delle rotaje, nel caso in cui le guide ed i cuscinetti definitivi siano forniti all'imprenditore per ogni metro corrente di rotaja . . . . » 3. 94

4.° Il deprezzamento degli scambiamenti che si applicano alle rotaje definitive per ciascuno di essi . . . . Fr. 142. —

Se rappresentiamo con μ la somma dello sterro da tradursi col vagone; con λ la maggior lunghezza delle rotaje impiegate per una data località; con n il numero totale degli scambiamenti impiegati su tutto lo sterro; con P la spesa totale del trasporto dall'una all'altra località dei materiali della rotaja, avremo pel deprezzamento sostenuto da ciascun metro cubico di terra trasportato:

1.° Nel caso delle rotaje provvisorie

$$(1) \qquad \frac{11,80\,\lambda + 100\,n + P}{\mu}.$$

2.° Nel caso delle rotaje definitive fornite all' imprenditore

$$(2) \qquad \frac{3,94\,\lambda + 142\,n + P}{\mu}$$

Secondo elemento

Degradamento e manutenzione dei vagoni.

Si possono dare due casi, cioè o di dover costruire dei vagoni nuovi per un determinato movimento di terra, oppure di avere dei carri di sterramento che abbiano di già servito e che siano tuttavia in buona condizione per essere reimpiegati.

Usando dei vagoni nuovi della capacità ciascuno di metri cubici 2,40, si può ammettere pel deprezzamento di ognuno di essi Fr. 450, ritenuta la durata dei lavori a due anni, ossia per giorni 600, compresa la manutenzione giornaliera e l'interesse del capitale impiegato nell'acquisto (*). In questa somma peraltro non si comprendono le spese di manutenzione straordinaria causate dallo sviamento, dagli urti, dal franamento delle terre ed altri disastri che possono avvenire a danno del materiale. Simili spese figurano in quelle di trazione.

Qualora si possano avere dei vagoni usati pel trasporto delle terre, il deprezzamento di ciascun d'essi si limita a Fr. 300, ritenuti i dati precedenti; si ha quindi un' economia di Fr. 150 per ogni vagone.

Verremo ora a determinare il numero dei vagoni che devono essere impiegati in uno sterro.

Un convoglio di vagoni dell' accennata capacità di metri cubici 2,40 si compone ordinariamente di N. 6 carri. Questo convoglio si ferma il tempo necessario pel carico e lo scarico, va pieno e ritorna vuoto, percorrendo una data distanza divisa da ricambj, in modo che i cavalli siano sempre in cammino. Da ciò risulta che in un dato sterro devonsi trovare costantemente sei vagoni al luogo del carico, sei a quello dello scarico, più tante volte sei vagoni quanti sono i ricambj. — Richiamando quanto abbiamo

(*) Questo deprezzamento si ottiene nel seguente modo:

Acquisto del vagone	Fr. 600 —
Interesse al 6 per cento sulla detta somma per 2 anni	» 72 —
Manutenzione ordinaria in ragione di franchi 60 all'anno	» 120 —
Sommano	Fr. 792 —
Ritenuto che alla fine dei lavori, ossia in capo a 2 anni, si possa ottenere dalla vendita del vagone	» 342 —
Rimane il consumo a	Fr. 450 —

detto precedentemente, che la distanza reale di trasporto è sempre eguale ad $L - 200$, si può esprimere nel seguente modo il numero dei vagoni da impiegarsi in ciascuna specie di sterro.

Per uno sterro con un luogo di carico $6\left(\frac{L - 200}{1000}\right) + 12$

» » con due luoghi » $12\left(\frac{L - 200}{1000}\right) + 24$

» » con tre luoghi » $18\left(\frac{L - 200}{1000}\right) + 36$

Inoltre si deve tener conto dei vagoni di riserva e di quelli che si riparano, i quali si possono calcolare $^1/_6$. Per cui aggiungendo questa quantità, e riducendo, le tre espressioni precedenti diventano:

Per uno sterro con un luogo di carico $0,007\,L + 12,60$
» » con due luoghi » $0,014\,L + 25,20$
» » con tre luoghi » $0,021\,L + 37,80$

Il numero dei vagoni da impiegarsi nel lotto di un movimento di terra non va stabilito facendo soltanto la somma di tutte le quantità che derivano da ogni sterro; ma si deve eziandio avere il debito riguardo anche a quel numero di carri che possono essere condotti sul lavoro nell'egual modo che si è detto per le ruotaje di ferro.

Seguendo quell'ordine che si troverà più opportuno, è d'uopo che tutte le rotaje siano costantemente impiegate, sia in una sola località sia in più luoghi; come si vede, il numero di questi luoghi andrà necessariamente di mano in mano diminuendo fino a che tutte le guide si troveranno in una sola località. Ne consegue da ciò che il numero dei vagoni utili nella località più importante e che comprenderà tutte le altre, sarà insufficiente per l'esercizio dello sterro, poichè non si tenne alcun conto del numero dei luoghi che devono essere esercitati contemporaneamente. Abbiamo già detto che in ogni sterro si devono trovare sei vagoni al carico, sei allo scarico, più la quantità di vagoni in cammino, la quale va regolata col numero dei ricambj. Qui adunque è d'uopo stabilire il numero massimo dei luoghi che si vogliono servire contemporaneamente. Laonde tenendo sempre a calcolo il sesto dei vagoni di riserva, il numero totale dei carri da impiegarsi in uno sterro sarà dato dalla seguente espressione:

$$7\,a\left(\frac{l - 200}{1000}\right) + 14\,A$$

ciò che diventa:

$$(g) \qquad 0,007\, a\, l + 14\, A - 1,40\, a$$

nella quale l rappresenta la lunghezza fra i punti dello sterro più importante, vale a dire in quello ove devono compiersi i lavori e che esige la maggior lunghezza delle rotaje.

A il numero massimo degli sterri che si devono attivare nello stesso tempo.

a il numero dei luoghi di carico dello sterro, di cui l rappresenta la lunghezza.

I vagoni al paro delle rotaje devono essere trasportati dall' uno all' altro sterro. La spesa può valutarsi a franchi 0, 65 per vagone e per chilometro.

Dietro i precedenti dettagli se si chiama V il numero dei vagoni utili per un lotto di movimento di terra, p la spesa totale del trasporto dei vagoni, il deprezzamento e la manutenzione dei vagoni stessi, applicata ad un metro cubico di terra trasportata, sarà espressa da:

$$(3) \qquad \frac{400\, V + p}{\mu}$$

In questa espressione, μ rappresenta sempre la massa di tutta la materia da trasportarsi.

Terzo elemento.

Spesa di collocamento, manutenzione e toglimento delle rotaje.

La mano d'opera pel collocamento e toglimento delle rotaje comprende:

1.° il collocamento definitivo delle rotaje, le quali si devono togliere alla fine dei lavori;

2.° la manutenzione di queste stesse rotaje;

3.° il toglimento definitivo, il pulimento e l'adattamento del materiale;

4.° l' estirpamento successivo delle rotaje mobili collocate dagli operaj caricatori e scaricatori pel servizio dei lavori.

I tre primi articoli si riportano alle medesime lunghezze; il quarto si applica alle lunghezze che noi qui calcoleremo.

Sterro con un sol luogo di carico e con un prodotto giornaliero di 200 *metri cubici.* — La spesa di collocamento, manutenzione ed estirpamento definitivo si applica alle rotaje utili calcolate nel primo elemento. — Le formole (a) (b) (c) (d) (e) (f) si devono anche qui applicare.

Nel dettaglio delle lunghezze conteggiate nel primo elemento abbiamo sottratto dal secondo luogo di carico la lunghezza di 150 metri di rotaja, e dal terzo luogo di carico due lunghezze di 150 metri. Non è d'uopo di aggiungere tali lunghezze al collocamento, imperciocchè, siccome l'abbiamo già detto,

essendo collocate le rotaje estreme al luogo dei lavori a cura degli operaj che caricano e scaricano, le spese di collocamento si trovano comprese in quelle speciali di carico e scarico.

Queste rotaje si denominano *mobili*, inquantochè dopo di essere state collocate dai sunnominati operaj, esse vengono levate per essere reimpiegate nella rotaja principale od in quelle degli scambiamenti.

Sovente si è considerato il trasporto delle rotaje mobili come uno spostamento parallello, al quale si dà il nome di *sdrucciolamento delle rotaje* (*ripage de voies*), attribuendo a questo lavoro un prezzo speciale minore del collocamento; ma dalle osservazioni fatte sugli ultimi lavori di simile natura si è trovato che il trasporto in questo senso non è uno sdrucciolamento ordinario, e che il cattivo collocamento delle rotaje per mezzo degli operai caricatori e scaricatori, non può essere sottratto dal collocamento primitivo.

Non rimarrà adunque che di calcolare la lunghezza delle ruotaje mobili da trasportarsi.

Siccome la disposizione ed il collocamento delle rotaje sono le medesime tanto nello sterro quanto nel rialzo, si può per maggior chiarezza valutare uno dei due, ed in seguito raddoppiare il quoto, supponendo che le rotaje fisse si trovino in parti eguali sul rialzo e sullo sterro.

Valutiamo lo sterro e denominiamo D la sua lunghezza. Calcoleremo in seguito la distanza lungo la quale deve aver luogo il trasporto della rotaja.

Partendo dal punto di passaggio tra lo sterro ed il rialzo vi è una lunghezza di 50 metri di rotaja che deve essere conservata sino alla fine. Vi è eziandio la lunghezza della diramazione del carico, che si troverà al suo posto anche nel momento in cui saranno compiuti i lavori. Insomma la lunghezza sulla quale si eseguirà il trasporto successivo sarà rappresentata da $D - 150$.

Qualunque sia il sistema usato dagli imprenditori per lo spostamento della rotaja, si può ammettere il rapporto che verremo qui a stabilire.

La doppia rotaja collocata dagli operaj caricatori non viene tolta se non allorquando ha raggiunto circa 160 metri. Di questa lunghezza se ne levano 140 metri, più lo scambio di 80 metri, e si conservano 20 metri di rotaja che serve di addentellato in vicinanza alla nuova diramazione della rotaja principale.

Sopra questi 140 metri la lunghezza delle rotaje disposte si compone:

della doppia rotaja, che in complesso è di	met. 280
dello scambiamento diventato inutile	» 80
Totale	Met. 360

ciò che dà per metro corrente $\frac{360}{140} = 2^{m}\,57$.

Applicato un tale rapporto alla distanza suesposta, si avrà:

$$2,57\ (D - 150)$$

E raddoppiandola per comprendere lo sterro ed il riporto, si avrà:

$$(h) \qquad 2,57\ L - 771$$

Il disfacimento degli scambiamenti del carico e dello scarico avendo luogo ogni 140 metri sulla lunghezza delle rotaje da trasportarsi, il loro numero sarà dato da:

$$(i) \qquad \frac{L - 300}{140} = 0,007\ L - 2,14$$

Sterro con due luoghi di carico ed un prodotto giornaliero di 400 metri cubici. Nel caso che uno sterro si debba intraprendere in due luoghi, non si incomincia ad attivare il secondo se non che allorquando la goletta dello sterro del primo luogo avrà raggiunta l'altezza bastante per dividerla in due piani da 3 a 4 metri. È d'uopo considerare il limite della pendenza che si vuol dare alla ruotaja d'accesso per giungere all'altezza del primo piano. Questo limite non deve oltrepassare il due per cento: al disopra esso riesce pericoloso e sfavorevole, poichè sarebbe assai costoso il far ascendere i vagoni vuoti; al disotto si ha il vantaggio di servirsi come di un piano inclinato sino alla pendenza dell'uno per cento, limite entro il quale questo piano cessa di agire in causa degli attriti considerevoli che si hanno sulla rotaja in conseguenza dell'imperfezione del suo collocamento. Supponiamo un'inclinazione media del 15 per mille ed un'altezza di 3 metri pel primo piano; tale inclinazione obbligherà a costruire la rampa lunga 200 metri; alla quale si devono aggiungere altri 40 metri pel prolungamento della rotaja sulla piattaforma prima di raggiungere la biforcazione della rotaja.

La lunghezza sulla quale si opererà il trasporto successivo pel secondo luogo di carico si calcolerà in questo modo:

Dalla lunghezza D dello sterro si devono adunque sottrarre 240 metri, più la lunghezza della doppia rotaja che si troverà in posto alla fine dei lavori, che valuteremo di 60 metri. Avremo adunque D — 300. La medesima lunghezza si può prendere pel rialzo per la terza rotaja di scarico che viene collocata dagli operaj scaricatori; insomma si avrà L — 600.

Subito dopo che il secondo luogo di carico è in condizione di poter funzionare, si cessa di prolungare la goletta del primo, fino a che la piattaforma del piano abbia almeno la lunghezza di 140 metri. Durante questo tempo gli operaj del primo luogo sono occupati ad allargare la goletta ed a tagliare

le scarpe. Questo lavoro basta per poter raggiungere il momento in cui essi potranno continuare nell'aprimento del taglio. Una volta che si abbia raggiunta la lunghezza di 140 metri, le rotaje del secondo luogo di carico prendono il loro posto per conservarlo sino al compimento dei lavori.

Nel mentre si avanzano i lavori del secondo luogo, procedono del pari quelli del primo e tendono ad incontrare le rotaje del secondo. Il primo incontro deve aver luogo a 40 metri al di là del punto in cui venne fermata la goletta del primo luogo, allorchè il secondo ha cominciato a funzionare. Togliendo la biforcazione della doppia rotaja sino al cambiamento di guida, quest'ultimo può servire di nuova biforcazione, ed allora diventa inutile il ristabilimento di un altro cambiamento di rotaja a 40 metri più lontano. Le rotaje conservano in tal maniera le disposizioni che avevano precedentemente. Questa riforma è il solo lavoro di cui abbisognano le rotaje del secondo luogo e si riproduce ogni 40 metri, se la lunghezza della piattaforma rimane la medesima, vale a dire di 140 metri.

Allorchè alla piattaforma del secondo luogo si può dare una più ampia estensione, si potrà collocare il cambiamento di rotaja a più di 40 metri dalla biforcazione e non avere con ciò degli incontri così frequenti. Si potrà procedere in modo che gli incontri non abbiano luogo che ogni 50, 60 o 80 metri attivando il secondo luogo, in maniera di guadagnare del terreno e di raggiungere nella lunghezza della piattaforma almeno i 180 metri. A questo risultato si giungerà facilmente supponendo una distanza media di incontro di 30 metri.

La lunghezza delle ruotaje da trasportarsi sopra questi 50 metri si compone: della doppia rotaja di 100 metri, diminuita dell'addentellato di 20 metri pel prolungamento della rotaja fissa residua, ossia di 80 metri; cosicchè per ciascun metro corrente si avrà $\frac{80}{50} = 1^m 60$ di rotaja da trasportarsi.

Questo rapporto applicato alle lunghezze speciali del secondo luogo di carico darà:

$$1,60\ (L - 600) = 1,60\ L - 960.$$

Per avere la lunghezza totale delle rotaje da trasportarsi, che va applicata ad uno sterro con due luoghi di carico, non avremo che da aggiungere l'espressione (h) e si otterrà:

$$(j) \qquad 4,17\ L - 1731$$

Dobbiamo ora esprimere il numero degli scambiamenti da trasportarsi. Si sa che ad uno scambiamento corrispondono due cambiamenti di rotaja; raddoppiando la lunghezza del rifacimento parziale, possiamo calcolare che

uno scambiamento si deve trasportare ogni 100 metri sulla lunghezza dello sterro, che supponiamo essere di $0,50\,L$. La seguente espressione darà adunque il numero che noi cerchiamo:

$$\frac{0,50\,L - 300}{100} = 0,005\,L - 3$$

Questo valore aggiunto all' espressione (i) darà il numero degli scambiamenti da trasportarsi in uno sterro con due luoghi di carico:

$$(k) \qquad 0,012\,L - 5,14$$

Sterro a tre luoghi di carico con un prodotto giornaliero di 600 *metri cubici.* — Pel terzo luogo di carico di uno sterro si deve seguire il medesimo ordine di esecuzione del secondo. L'altezza dall' origine del secondo piano si può supporre a 3 metri, ovvero a 6 metri al disopra della piattaforma del primo luogo di carico. Per superare quest'altezza con una pendenza dell'1,50 per cento vi occorrerà la lunghezza di 400 metri, alla quale si dovranno aggiungere 40 metri di prolungamento di rotaja fissa sulla piattaforma. In quanto alla disposizione delle rotaje sul piano, essa sarà identica a quella del secondo luogo di carico; la ricostruzione delle rotaje sarà eziandio nelle medesime condizioni.

La lunghezza su cui deve operarsi il rifacimento delle rotaje mobili può stabilirsi nel seguente modo: — Ritenuta L la lunghezza del luogo dei lavori, si dovranno da essa sottrarre: le salite allo sterro, aumentate di 40 metri pei prolungamenti, ossia 440 metri; la lunghezza di quella parte di doppia rotaja che non verrà tenuta sino al compimento dei lavori, ossia 60 metri; ambedue le indicate lunghezze attribuite al rialzo, ossia a 500 metri; si avrà:

$$L - 1000^{\text{m}}$$

La lunghezza delle rotaje da trasportarsi calcolata al metro corrente pel secondo luogo di carico si applica eziandio al terzo luogo. Abbiamo quindi il rapporto di $1^{\text{m}}\,60$, che si dovrà applicare alla lunghezza del rifacimento

$$1,60\,L - 1600$$

Per avere la lunghezza totale delle rotaje da trasportarsi, nel caso di tre luoghi di carico, si deve aggiungere al valore suesposto l'espressione (j), che comprende il primo ed il secondo luogo, ed avremo:

$$(l) \qquad 5,77\,L - 3331$$

Il numero degli scambiamenti da rifarsi deve essere conteggiato come pel secondo luogo di carico, calcolando uno scambiamento per ogni 100 metri di lunghezza di rotaje mobili. Questo numero pel terzo luogo di carico sarà dato da $\frac{L - 1000}{100}$ e dovrà essere aggiunto all'espressione (k) per avere quello da applicarsi allo sterro con tre luoghi di carico; si avrà adunque:

$$(m) \qquad 0,022\, L - 15,14$$

Le spese pel terzo elemento sono di rado comprese nell' espressione generale del trasporto. Esse variano per ogni sterro, ed il prezzo attribuibile a ciascun metro cubico trasportato si determina dividendo le spese di ogni luogo di carico pei volumi che si derivano.

In una grande intrapresa si può eseguire la somma di tutte le spese della mano d'opera delle rotaje e dividerla per la massa totale da trasportarsi coi vagoni. Si ottiene in tal modo il prezzo medio che deve entrare nella formola di trasporto.

Il prezzo della mano d'opera pel collocamento delle rotaje è il seguente, compreso $^1/_5$ pel consumo d'attrezzi e per l'utile dell' imprenditore.

	USANDO LE GUIDE	
	definitive	provvisorie
Il primo collocamento di un metro corrente di rotaja allorchè essa è disposta a misura dell'avanzamento dei movimenti di terra, si paga ordinariamente, al metro lineare Fr.	0, 48	0, 36
Allorchè il primo collocamento ha luogo sopra movimenti di terra già cominciati colla carriuola o col carretto, è necessario di regolare il piano della rotaja trasportandovi nuove terre per assicurare le traverse; in questo caso il primo collocamento costa . . . . »	0, 60	0, 48
La manutenzione delle rotaje varia secondo la natura più o meno ferma del terreno, il tempo dell' esecuzione e la massa da trasportarsi; si può tener conto di ogni cosa eccezionale, calcolando per metro corrente . . . . . . »	0. 18	0, 18
L'estirpamento definitivo obbliga al pulimento del materiale ed ai trasporti sullo sterro o sul rialzo, che sono alcune volte costosi; si terrà conto largamente di tutto ciò calcolando al metro corrente . . . . »	0, 18	0, 12
L'estirpamento successivo di un metro corrente di rotaja posta dagli operaj caricatori e scaricatori, vale . . . »	0, 10	0, 06

Lo spostamento paralello o strisciamento delle rotaje ha un minor valore di un primo collocamento e può calcolarsi	0, 30	0, 24
Il collocamento di uno scambio . . . . »	18 —	12 —
L'estirpamento dello stesso scambio . . . . »	6 —	4, 80

Quarto elemento.

Spese di trazione

Distanza media di trasporto. — La massima distanza di trasporto effettivo, come abbiamo detto, è compresa fra gli scambiamenti dei vagoni che si vuotano dai luoghi estremi di carico e di scarico. Abbiamo supposto che tali scambiamenti siano sempre situati ad una distanza media di 100 metri da ciascuna estremità del luogo dei lavori, dimodochè la distanza massima di trasporto venne valutata ad L — 200. Nel corso dell'esecuzione è sempre lo stesso; i movimenti di carico e di scarico fanno percorrere alle terre, nel senso del trasporto, una distanza media di 100^{m} da ciascun lato, sia per riunire i vagoni in un convoglio, sia per scaricarli; ne consegue adunque che questo cammino di 200 metri si trova compreso nelle spese speciali di carico e scarico. Se chiamiamo G la distanza che vi è fra i centri di gravità dello sterro e del riporto, la distanza media di trasporto sarà sempre espressa da:

$$(n) \qquad G - 200$$

Organizzazione del trasporto. — Ordinariamente i convogli sono costituiti da 4 a 6 vagoni, ciascuno della capacità di metri cubici 2, 40; il peso dei vagoni è ognuno di chilogr. 1400, e la terra ordinaria umida pesa 1600 chilogrammi al metro cubico. Ammesso un convoglio di sei vagoni, si avranno da muovere sulla rotaja di ferro chilogr. 31440. Il numero dei cavalli applicati all'attiraglio di questo convoglio è di N. 6 colla velocità di 28 chilometri per giornata di dieci ore, tenendo a calcolo il tempo impiegato nell'attaccare e distaccare in ciascuna circostanza che il vagone svia dalle rotaje, ciò che accade frequentemente. Questo cammino corrisponde al risultato di molte osservazioni, di maniera che il cammino percorso da un convoglio carico è di 14 chilometri al giorno.

In tal modo un cavallo traduce il peso di chilogrammi 5240. — Lo sforzo ordinario di un cavallo si valuta di 70 chilogrammi, ma non tutti possono esercitare questo sforzo continuo; perciò si ritiene per un medio lo sforzo di chilogrammi 50.

Il coefficiente di 0, 009 che ammettiamo per l'attrito sulle rotaje dei movimenti di terra, può sembrare considerevole: ciò non pertanto esso è infe-

riore alla cifra che si ottiene allorchè si opera con vagoni nuovi sopra rotaje appena collocate. Non si avrebbero che i 0, 008, se non allorquando la rotaja si è assettata ed i vagoni abbjano corso qualche tempo; ma generalmente non si discende al disotto dell'indicata cifra.

Il coefficiente 0, 009 si riferisce esattamente al peso tradotto ed allo sforzo medio e regolare esercitato da un cavallo. Infatti sopra una rotaja orizzontale, questo sforzo si trova determinato da 5240 chilog. $\times$ 0, 009, ossia di 47 chilogrammi. Esso tende costantemente a diminuire a misura che la rotaja diventa regolare e che i vagoni corrano più facilmente, e può discendere sino a 42 chilogrammi, cifra corrispondente al coefficiente d'attrito di 0, 008. In ogni caso si supporrà sempre uno sforzo di 50 chilogrammi ed un coefficiente massimo d'attrito di 0, 009.

Allorchè la rotaja è inclinata, lo sforzo si trova modificato dall'ascesa, e quello relativo a ciascun cavallo diventa:

$$(o) \qquad 5240\ (0,009 \pm i)$$

rappresentando con i l'inclinazione, e prendendo il segno $+$ quando essa è nella direzione contraria al cammino del carico, ed il segno — allorchè è favorevole; si deve rimarcare che in quest'ultimo caso l'inclinazione riesce contraria al cammino dei carri vuoti, che essa cresce sino a rendere più difficile l'ascesa coi veicoli vuoti di quello che ascendendo col carico, e tale aumento diventerà sfavorevole partendo dal limite in cui lo sforzo riesce eguale, cioè a partire dalla pendenza in cui si esige il medesimo sviluppo di forza in ambedue i sensi. Gli è evidente che questa pendenza è sempre la più vantaggiosa pel trasporto.

Se si vuole determinare, da una parte lo sforzo di trazione da esercitarsi su di un convoglio carico per la discesa, si avrà:

$$(p) \qquad 31440\ (0,009) - i)$$

e dall'altra parte lo sforzo di trazione su di un convoglio che ascenda vuoto, che dipende dal peso dei sei vagoni, cioè di chilogr. 8400, si avrà:

$$(q) \qquad 8400\ (0,009 + i)$$

Eguagliando le espressioni (p) e (q) e risolvendo l'equazione per rapporto ad i, troveremo la pendenza in cui sono eguali gli sforzi; avremo adunque:

$$i = \frac{207,36}{39\,840} = 0,00520$$

È facile di verificare questo risultato; si troverà tanto pel cammino carico quanto per quello vuoto, lo sforzo di trazione di chilogrammi 119. Ora conoscendosi che lo sforzo continuato di un cavallo è di chilogrammi 70, due cavalli saranno bastanti per tradurre un convoglio carico e vuoto su di una rotaja costrutta coll'inclinazione di sforzo eguale.

Il vantaggio fornito da una tale disposizione della ruotaja non può conseguirsi totalmente che allorquando il piano dello sterro deve essere inclinato nel senso del trasporto; e soltanto in parte nel caso contrario, allorchè lo sterro si attacca in due punti. Allorchè il piano dello sterro deve essere in salita nella direzione del trasporto, non si può disporre la rotaja in discesa, poichè inallora sarebbe d' uopo di eseguire il completo sterro alla fine dei lavori spostando la rotaja, ciò che eliderebbe il vantaggio che si potrebbe ottenere trasportando una parte dello sterro su di una rotaja pendente. Non vi sono che i luoghi di carico superiori che si possono disporre in pendenza; si nota però che la rotaja in pendenza del secondo luogo di carico non deve protrarsi che sino alla congiunzione colla rotaja principale al punto di passaggio, mentre la rotaja pendente col terzo luogo di carico dovendo servire una località inferiore del rialzo, va estesa su tutta la lunghezza del lavoro; il piano delle strade superiori deve sempre regolarsi secondo l'inclinazione dell' eguaglianza nello sforzo.

Le rampe d'accesso ai lavori superiori non vanno costrutte coll'inclinazione automotrice (0,015) che pel solo titolo di affrettare l'attivazione degli stessi lavori. Tale inclinazione oltrepassando il limite voluto per l'eguaglianza dello sforzo, cagiona piuttosto un pregiudizio che un vantaggio nella trazione.

La rampa d'accesso al secondo luogo di carico dello sterro deve avere la lunghezza di 200 metri e quella del terzo la lunghezza di 400 metri. Il cammino su queste rampe si deve eseguire col mezzo della sola gravità, che si spinge più oltre sulla tratta orizzontale in virtù dell'impulso acquistato. È al punto in cui cessa questa impulsione che si deve stabilire la diramazione sulla rotaja principale di trasporto; partendo eziandio da questo punto va collocata una stazione di scambio per l'incrociamento dei convogli.

L'estensione che i convogli devono percorrere senza il bisogno dei cavalli può essere calcolata nel seguente modo:

In ciò che concerne il secondo luogo di carico, abbiamo una rampa di accesso di $0^{m}015$ per metro sopra 200 metri di lunghezza. Chiamiamo E questa lunghezza.

Se si suppone che un convoglio, il cui peso è di chilogrammi 31440, ed il coefficiente d' attrito di 0,009, parta dalla sommità della salita in virtù della gravità, l' espressione che rappresenterà la forza traente del convoglio, sarà:

$$31440\ (0{,}009 - 0{,}015) = 188^{\text{chil.}},64 = F$$

Questa forza divisa per la massa M, che in meccanica è sempre rappresentata da $\frac{P}{g}$, darà l'acceleramento della velocità J; essendo J la velocità v acquistata dal mobile dopo il tempo t è Jt; lo spazio E percorso dopo lo stesso tempo t è $\frac{1}{2}$ J t^2

Si sa che g, il quale rappresenta la velocità accelerata del moto, dovuta all'azione della gravità, equivale a metri 9, 81. — Partendo da ciò la massa M sarà data da:

$$\frac{31440}{9,81} = 3204,89$$

da cui avremo per l'acceleramento della velocità J

$$\frac{188,64}{3204,89} = 0,05886$$

e pel tempo t, durante il quale ha luogo la discesa dalla strada inclinata:

$$E = \frac{1}{2}\,Jt^2;\ \text{da cui}\ t = \sqrt{\frac{2\,E}{J}} = 82''\,\frac{44}{100}.$$

In conseguenza la velocità acquistata alla fine dello stesso tempo sarà:

$$v = Jt = 0,05886 \times 82''\,\frac{44}{100} = 4^{m}\,85$$

In questa velocità non vi è nulla di esagerato, non raggiungendo tuttavia una velocità pericolosa; essa corrisponde a chilom. 17, 46 all'ora.

Allorquando il convoglio è giunto al basso della strada inclinata, passa su di una rotaja orizzontale che gli oppone il coefficente d'attrito, il quale fornisce una forza che deve fermare ad una data distanza il mobile sino allora accelerato, ma che in seguito entra nelle condizioni del movimento ritardato.

La forza che si oppone all'impulso acquistato dal convoglio è dato da:

$$31440 \times 0,009^{\text{chil.}} = 282^{\text{chil.}}\,96 = f$$

Il ritardo progressivo della velocità sarà:

$$\frac{f}{M} = \frac{282,96}{3204,89} = 0,08860 = j$$

In quanto alla velocità essa è quella che si ottiene coll' acceleramento, e qui diventa iniziale; per cui avremo $V_0 = 4^m\,85$.

Il tempo che il mobile impiegherà nel suo movimento ritardato sarà dato da:

$$V_0 = j t', \text{ da cui } t' = \frac{V_0}{j} = \frac{4,85}{0,08860} = 54'' \frac{74}{100}$$

La distanza percorsa sulla rotaja orizzontale, in virtù dell'impulso acquistato sulla parte inclinata, sarà:

$$E = \frac{1}{2} j\, t^2 = 0,0443 \times 2996,47 = 132^m\,74$$

Laonde lo spazio che un convoglio percorrerà senza il soccorso dei cavalli sarà di 200 + 133 = 333 metri.

Questo risultato è conforme a quello che effettivamente si ottiene nella pratica. Non è che alla distanza di 333 metri che si dovrà collocare la stazione di scambio, partendo dalla quale la trazione avrà luogo coi cavalli.

Pel terzo luogo di carico verranno instituite le medesime calcolazioni. La rampa d'accesso sarà di $0^m\,015$ sopra 400 metri di lunghezza. Si troverà facilmente che la velocità al piede della rampa sarà di $6^m\,86$, ovvero di chilometri 24. 70 all'ora, e che l' impulso conserverà la sua azione sulla lunghezza di $265^m\,48$ partendo dal piede della discesa. In questo caso adunque la distanza che un convoglio potrà percorrere sarà di 666 metri.

Le precedenti calcolazioni non servono che a rendere conto del moto sui piani inclinati. Abbiamo supposto che i convogli discendano liberamente sopra questi piani, ma la prudenza consiglia a moderare tale impulsione ; a misura che la rotaja diventa regolare, i vagoni scorrono più facilmente, e diminuendo in allora l'attrito, l' impulsione potrebbe acquistare una potenza che si estendesse al di là delle calcolazioni, se essa non viene moderata da freni applicati ad uno o più carri. Questi freni costano ciascuno 40 franchi, e per moverli è necessario che uno o due uomini si trovino sopra ciascun convoglio.

Prezzo del trasporto. — Il prezzo del trasporto non si applica nello stesso modo a qualunque servizio. — In alcuni servizj si tien conto dell' influenza delle salite sulla trazione, supponendo che le rotaje pei movimenti di terra siano sempre collocate seguendo le diverse inclinazioni del progetto. — In altre si calcola che questa influenza è nulla per un medio, e che d'altronde la maggior parte dello sterro è sempre trasportato sulle rotaje inclinate, e non vi è quindi il motivo di tener conto di una difficoltà che realmente non esiste, se non che in una piccola parte dello sterro; ciò non ostante si am-

mette la difficoltà del trasporto in salita, allorquando il rialzo deve eseguirsi con materiale da levarsi dai fondi laterali.

Per rendere conto in primo luogo dell' influenza delle salite e discese, richiamiamo ciò che abbiamo indicato sull' organizzazione dei trasporti.

Per le rotaje in salita, come per quelle in discesa sino all' inclinazione di 0, 0052, l' espressione che dovrà servire per determinare lo sforzo di trazione, sarà:

$$(s) \qquad 31440\ (0{,}009 \pm i)$$

applicando il segno positivo o negativo secondo l'osservazione fatta in seguito alla formola (o) relativa allo sforzo di un cavallo.

È da osservarsi che al disopra della pendenza dell'eguaglianza dello sforzo, si deve calcolare lo sforzo massimo di trazione, non già su di un convoglio carico, ma bensì sopra uno vuoto, poichè è per quest'ultimo che si esercita il maggior sforzo. La formola (q) si applica al caso di cui si tratta.

Le strade in ascesa non possono superare nell' inclinazione il coefficiente d'attrito; ordinariamente si limita a 0, 01, nel caso che la materia sia tolta dai fondi laterali, mentre se si desse un' inclinazione maggiore, si renderebbero troppo onerose le condizioni di trazione. All' indicato limite lo sforzo di trazione per un convoglio corrisponde a

$$31440\ (0{,}009 + 0{,}010) = 597^{\text{chil.}}$$

Ed essendo lo sforzo medio di ciascun cavallo di 50 chilogrammi, saranno necessarj 12 cavalli per rimorchiare un convoglio, mentre su di una strada orizzontale ne basterebbero sei.

Il prezzo del trasporto si compone dei seguenti elementi, cioè:

1.° delle spese di trazione propriamente dette;

2.° delle spese di ingrassamento dei vagoni;

3.° di un maggior consumo dei ricambj provvisorj;

4.° finalmente delle spese causate dallo sviamento dei vagoni.

Spese di trazione. — Troveremo il prezzo di un chilogrammo innalzato ad un metro.

Sopra ciascun ricambio si devono trovare costantemente in funzione un numero di cavalli n corrispondente allo sforzo da esercitarsi, un conduttore ed un guardiano al cambiamento di rotaja. Ammessa la spesa del conduttore di L. 3, 50, del guardiano di L. 2, 50, e del cavallo di L. 6 al giorno, ed aggiunto $^1/_5$ pel beneficio dell'assuntore, si ha:

$$(t) \qquad 7{,}20\, n + 7.\,20$$

Il numero n di cavalli da impiegarsi sul ricambio è eguale allo sforzo da esercitarsi diviso per 50, che è lo sforzo di un cavallo. — Laonde questo numero è sempre espresso da:

$$(u) \qquad n = \frac{31\,440}{50}\,(0,009 \pm i) = 629\,(0,009 \pm i)$$

Ammettiamo quì il caso più comune, cioè quello in cui lo sforzo massimo viene esercitato sul convoglio carico. Secondo il metodo che indicheremo sarà facile di esprimere il caso ove il maggior sforzo è esercitato sopra un convoglio vuoto (q).

Sostituendo nell'espressione (t) per n il valore (u), si ottiene la spesa giornaliera del ricambio, tenendo conto della salita o della discesa.

$$(v) \qquad 47,96 \pm 4529\,i$$

Il cammino col carico essendo di 14 chilometri, il lavoro prodotto in una giornata da un ricambio sarà rappresentato dal peso di un convoglio trasportato a 14 chilometri.

$$14\,000^{\mathrm{m}} \times 31440^{\mathrm{chil.}} = 440\,160\,000 \text{ chilogrammetri}$$

Il prezzo di un chilogrammetro, sia in ascesa, sia in discesa, è il seguente, cioè:

$$(w) \qquad \frac{47,96 \pm 4529\,i}{440\,160\,000}$$

Contenendo un convoglio metri cubici 14,40, ed il peso essendo in tutto di 31440, si avrà per ciascun metro cubico 2183 chilogrammi, e lo sforzo relativo è:

$$(y) \qquad 2183\,(0,009 \pm i) = 19\,647 \pm 2183\,i$$

Ma siccome nella spesa del ricambio (v) si tien conto del vantaggio nella discesa e della difficoltà nella salita, così è soltanto il peso corrispondente ad un metro cubico che si deve applicare per determinare il prezzo del trasporto.

La formola da adottarsi in questo caso è adunque:

$$(z) \qquad 2183\,\left(\frac{47,96 \pm 4529\,i}{440\,160\,000}\right) = 0,000\,23784 \pm 0,022\,462\,i$$

Nel caso che si avessero dei frantumi di roccia misurata nel riporto, si calcolerà il metro cubico per 2150 chilogrammi in luogo di chilogr. 1600 che abbiamo conteggiato.

Col mezzo delle formole suesposte e coi dati surriferiti venne compilata la seguente Tavola, che contempla la spesa di trazione, sia per la terra che per la roccia.

TAVOLA INDICANTE IL PREZZO DI TRAZIONE DI UN METRO CUBICO DI TERRA ORDINARIA E DI ROCCIA AD UN *chilometro* DI DISTANZA SOPRA ROTAJE DI FERRO ORIZZONTALI, IN ASCESA ED IN DISCESA, DI MILLIMETRO IN MILLIMETRO SINO A 20 MILLIMETRI.

INDICAZIONE delle ascese e discese	PREZZO DELLA TRAZIONE			
	Nel caso della terra ordinaria		Nel caso della roccia	
Metri	in ascesa Franchi	in discesa Franchi	in ascesa Franchi	in discesa Franchi
—	0, 238	0, 238	0, 297	0, 297
0, 001	0, 260	0, 216	0, 325	0, 270
0, 002	0, 283	0, 193	0, 354	0, 241
0, 003	0, 305	0, 171	0, 381	0, 214
0, 004	0, 328	0, 148	0, 410	0, 185
0, 005	0, 350	0, 126	0, 438	0, 158
0, 006	0, 373	0, 126	0, 467	0, 158
0, 007	0, 395	0, 132	0, 494	0, 165
0, 008	0, 418	0, 138	0, 523	0, 173
0, 009	0, 440	0, 144	0, 550	0, 180
0, 010	0, 463	0, 150	0, 579	0, 188
0, 011	0, 485	0, 156	0, 606	0, 195
0, 012	0, 508	0, 162	0, 635	0, 203
0, 013	0, 530	0, 168	0, 663	0, 210
0, 014	0, 552	0, 174	0, 690	0, 218
0, 015	0, 575	0, 180	0, 719	0, 225
0, 016	0, 597	0, 186	0, 746	0, 233
0, 017	0, 620	0, 192	0, 775	0, 240
0, 018	0, 642	0, 198	0, 803	0, 248
0, 019	0, 665	0, 204	0, 831	0, 255
0, 020	0, 687	0, 210	0, 859	0, 262

Avvertenza. — *Partendo dalla pendenza del* 5 *per mille* (0,005) *l'effetto della trazione si calcola sul rimorchio dei convogli vuoti.*

Più sopra abbiamo detto che non sempre si tien conto dell'influenza delle ascese e discese sulla trazione, e che sovente si ammette un prezzo medio corrispondente al trasporto sulla rotaja orizzontale applicabile alle ascese e discese indistintamente.

Questo sistema semplifica la serie dei prezzi; ma quando non si prendano le dovute cautele, si potrà scostarsi di molto dalla verità. Prima di passare all'applicazione, sarà bene di riconoscere l'esattezza del prezzo medio mediante una calcolazione particolarizzata usando la precedente tavola.

Non si ammette il prezzo medio che pei trasporti da effettuarsi dallo sterro al rialzo; pei depositi e pel toglimento delle terre dai fondi laterali si tien conto del trasporto in ascesa col mezzo di un aumento di cammino, il quale si determina come per la carriuola ed il carretto mediante il rapporto tra la spesa di trasporto orizzontale e quella del trasporto verticale.

La maggior salita che viene adottata sulle rotaje pei movimenti di terra non oltrepassa il 10 per mille; essa eccede di poco il coefficiente d'attrito.

Con questa salita l'elevazione ad 1 metro, ovvero il trasporto verticale, si trova a 100 metri dal piede della salita. — Prendendo i dati della tavola precedente si ha:

Che il prezzo dell'elevazione di un metro cubico di terra ad un metro di altezza sull'ascesa del 10 per mille, è = fr. 0,0463.

Che il prezzo di trazione di un metro cubico ad un metro di distanza è fr. 0,000238. Laonde il rapporto fra questi due prezzi è:

$$\frac{0,463}{0,000238} = 195$$

Da un altro canto se si calcola separatamente il rapporto verticale da quello orizzontale, si ha per l'aumento dipendente dal solo trasporto verticale

$$0,0463 - 0,0238 = 0,0225$$

Che in allora il rapporto di questo aumento al prezzo della trazione orizzontale, è:

$$\frac{0,0225}{0,000238} = 95$$

Con questi due rapporti si può regolare nel seguente modo la maniera di valutare il trasporto in ascesa col mezzo dell'aumento di cammino.

Allorchè per eseguire dei depositi o per togliere delle terre dai fondi laterali si stabiliranno delle rotaje speciali in ascesa nella direzione del trasporto, si calcolerà pel cammino d'ascesa la maggiore delle seguenti due distanze:

1.° La distanza orizzontale dal piede alla sommità della salita aumentata di 95 volte la differenza di livello dal piede della salita alla sommità.

2.° Cento novantacinque volte la medesima differenza di livello.

La maggior parte delle strade ferrate che si costruiscono in giornata hanno la pendenza del 10 per mille. Se con questa condizione si cerca il prezzo medio di trasporto col vagone, secondo la precedente tavola si ha:

Nel caso della terra e per un metro di distanza

Per la salita	Fr.	0, 000 463
Per la discesa	»	0, 000 150
Totale	Fr.	0, 600 613
Prezzo medio	»	0, 000 307

Applicando questo prezzo medio alla distanza media di trasporto dato dalla formola (n) si ha:

$$(1) \qquad 0,000\,307\,(G - 200) = 0,000\,307\,G - 0,06140$$

Spese di ingrassamento dei vagoni. — Dalle osservazioni fatte nei diversi lavori, risulta che questa spesa è di franchi 0, 20 al giorno per ciascun vagone che serve al trasporto, ritenuto il prezzo del grasso di un franco al chilogrammo. Si potrà portare questa spesa a franchi 0,24 per comprendere le spese accessorie e l'utile dell'imprenditore.

Il numero dei vagoni impiegati in ciascun giorno sulla distanza media di trasporto, si può conseguirlo richiamando quanto abbiamo detto parlando del secondo elemento per riguardo ad un sol luogo di carico, ove si è trovato:

$$6\left(\frac{G - 200}{1000}\right) + 12 = 0,006\,G + 10,80$$

Da cui per ottenere la spesa quotidiana relativa a ciascun luogo di carico avremo:

$$0,24\;(0,006\,G + 10,80) = 0,00\,144\,G + 2,592$$

Questa spesa di ingrassamento si applica a ciascun luogo di carico, da cui si abbia la produzione di 200 metri cubici di materie al giorno; per con-

seguenza il prezzo da applicarsi ad ogni metro cubico di terra trasportato sarà rappresentato da:

$$(2) \qquad \frac{0,00144\ G + 2,592}{200} = 0,0000072\ G + 0,01296$$

Deprezzamento pei ricambj provvisorj. — Si chiamano ricambj provvisorj il primo e l'ultimo ricambio di una strada di trasporto, allorchè gli stessi ricambj non trovansi tuttavia alla distanza di 1000 metri. Prima di raggiungere tale distanza i ricambj provvisorj sono collocati alla distanza di 400^m, 600^m, 800^m ec. Questo sistema per un cammino più breve cagiona un aumento di spesa che verremo ora a calcolare.

Ammettiamo il caso di una rotaja orizzontale. — La spesa giornaliera di un ricambio definitivo di 1000 metri è data dall'espressione (1). Rappresentando n il numero dei cavalli, si avrà:

$$7,20 \times 6 + 7,20 = \text{franchi } 50,40$$

Essendo il prodotto giornaliero di 200 metri cubici e la lunghezza del ricambio di 1000 metri, il prezzo di un metro cubico di terra trasportata ad un metro di distanza sarà:

$$(3) \qquad \frac{50,40}{200,000} = 0,000\,252$$

Allorquando la distanza fra i ricambj provvisorj è da 400^m a 600^m, si dividono i convogli in due parti di tre vagoni ciascuno. I cavalli sono in numero di tre e fanno 28 viaggi in luogo di 14. Allorchè la distanza è al disotto di 400 metri, si usano i cavalli del ricambio precedente, e se è al disopra di 600 metri si organizzano i ricambj definitivamente.

Dall' organizzazione dei ricambj provvisorj risulta che per una distanza media di 500 metri e per un prodotto di 200 metri cubici, la spesa giornaliera ascende a:

$$7,20 \times 3 + 7,20 = 28,80$$

da cui si ha il prezzo di un metro cubico trasportato ad un metro

$$(4) \qquad \frac{28,80}{100,000} = 0,000\,288$$

La differenza dei due valori dati dalle due formole (3) e (4) costituirà l'aumento di spesa del ricambio provvisorio:

$$0,000\,288 - 0,000\,252 = 0,000\,036$$

Tale aumento di spesa non esiste realmente che sulla metà distanza di un ricambio definitivo. Ed è da notarsi che ciascun ricambio subisce nella sua organizzazione le circostanze passeggiere dei ricambj provvisorj; laonde il maggior prezzo applicabile a ciascun metro cubico trasportato può essere espresso da:

$$(5) \qquad \left(\frac{0,000\,036}{2}\right)(G - 200) = 0,0000\,18\,G - 0,0036$$

Spese causate dallo sviamento dei vagoni. — Lo sviamento dei vagoni è uno degli accidenti nel servizio di trazione che va ad accrescere la spesa relativa. Gli intraprenditori hanno tutto l'interesse di evitare tali sviamenti, conservando la rotaja in buona condizione; ciò non pertanto, malgrado tutte le cure lo sviamento si verifica frequentemente e cagiona notevoli perdite, allorchè il servizio della trazione è per qualche tempo incagliato dall'ingombro della rotaja. In questo caso è d'uopo rimovere gli operaj dal loro posto, per togliere la terra sparsa sulla ruotaja e vuotare i vagoni che sono rimasti carichi per poterli rimettere sulle guide.

Questo movimento disorganizza per un istante il lavoro, nè si può calcolare il pregiudizio che ne deriva; soltanto può essere valutato il tempo e la mano d'opera. Si devono eziandio comprendere le riparazioni straordinarie dei vagoni causate dallo sviamento, che sono indipendenti dal deperimento e dalla manutenzione ordinaria, la cui stima fa parte del secondo elemento.

Dalle osservazioni instituite sopra molti lavori ben condotti e bene organizzati si è ricavato che il numero medio dei vagoni sviati dalle rotaje per un prodotto di 200 metri cubici al giorno ad una distanza di 1000 metri è di 1, 50, ossia un convoglio di sei vagoni ogni 4 giorni. Cubando ciascun vagone 2, 40, si devono quindi rimuovere per ogni giornata met. cub. 3. 60.

Un metro cubico di terra sgombrata in seguito allo sviamento si calcola franchi 1, 10 pel tempo che si perde dagli operaj. In tal modo la spesa giornaliera è di franchi 4. Quella relativa alle riparazioni straordinarie dei vagoni può valutarsi a 2 franchi al giorno, il che corrisponde presso a poco alla perdita di un vagone all'anno.

Da tutto ciò si ricava che la spesa per lo sviamento corrispondente ad un metro di distanza sarà:

$$(6) \qquad \left(\frac{6,00}{200\,000}\right) G = 0,0000\,3\,G$$

Infine il prezzo totale e definitivo della trazione secondo le formole superiormente trovate sarà rappresentato dalle seguenti espressioni:

Spese speciali della trazione .	$0,000\,3070\,G$	$-\ 0,06\,140$
Spese d'ingrassamento dei vagoni	$0,000\,0072\,G$	$+\ 0,01\,296$
Maggior spesa pei ricambj provvisorj	$0,0000\,180\,G$	$-\ 0,00\,360$
Spesa di sviamento dei vagoni .	$0,0000\,300\,G$	»
Totale	$0,000\,3522\,G$	$-\ 0,052$

ossia in numeri rotondi

$$0,000\,35\,G - 0,052.$$

Quinto elemento

Spese speciali di carico e scarico.

Trasporto colla carriuola. — Allorquando venne raggiunta la massima profondità dello sterro se ne diminuisce l'altezza, situando gli operaj a diversi piani; gli uni, che sono collocati al fondo dello scavo, caricano direttamente il vagone posto alla testa del convoglio; quelli del piano superiore caricano delle carriuole che vanno a vuotare nei vagoni seguenti.

In uno sterro con un sol luogo di carico dei vagoni, per esempio, della profondità da 6 ad 8 metri, la cubatura della goletta aperta sopra 6 metri di larghezza differisce di poco dal terzo della cubatura totale dello sterro, se è di terra. Quando lo scavo sia facile per ottenere una conveniente prontezza nei lavori basterà dividerli in tre piani eguali, allargare ciascun piano sino all'inclinazione della scarpa, impiegando in ognuno un numero corrispondente di operaj. All'altezza di ciascun piano si collocano ordinariamente delle tavole attraverso alla goletta ed al disopra del convoglio per iscaricare le carriuole direttamente nei vagoni. La cubatura della goletta e quella del piano a livello della strada si carica mediante lo sbadilamento nei vagoni, mentre le materie degli altri due piani sono trasportate colla carriuola sino alle tavole trasversali alla goletta, percorrendo una distanza che sarà: pel primo piano di $^1/_3$ del ricambio; pel secondo di $^2/_3$ del ricambio ossia per un medio della metà del ricambio, onde giungere allo scarico nei vagoni.

Secondo i dati suesposti è facile il calcolare la proporzione della quantità di materia caricata nei vagoni col mezzo della carriuola in confronto alla cubicità totale dello sterro. Si troverà che la quantità trasportata colla carriuola ad un mezzo ricambio per un medio, equivale presso a poco alla

metà della quantità complessiva; per conseguenza l'intera cubatura potrà essere calcolata come trasportata ad $^1/_4$ di ricambio.

Per gli sterri che hanno una profondità maggiore di 8 metri è d'uopo supporre che essi siano sempre intaccati da due o tre luoghi dai vagoni. Ciascun luogo presenterà le medesime condizioni di quelle suindicate; da ciò risulta evidente che la cubatura totale dovrà sempre essere trasportata colla carriuola ad $^1/_4$ di ricambio. Il prezzo del ricambio essendo di fr. 0, 16, ne conseguirà che il trasporto della terra nei vagoni col mezzo della carriuola costerà fr. 0, 04.

Aumento di spesa per l'aprimento della goletta e per lo scolo delle acque negli sterri. Accade sovente che per procedere nel lavoro si incomincia ad aprire la goletta per una grande lunghezza, ed anche per tutto lo sterro, disponendo le terre in cavalle lateralmente allo scavo sino al compimento della rotaja ed all'attivazione dei vagoni. Si riprende in seguito la terra al momento del carico, che si calcola separatamente. Le pareti laterali alla goletta sono la causa di un vincolo che si calcola nel seguente modo:

L'insieme di queste pareti presenta la superficie in metri quadrati, il cui numero eguaglia circa $^1/_6$ del numero di metri cubici dello sterro totale; la esecuzione di queste superficie, presso a poco verticale, obbliga a spese che si possono calcolare per ogni metro quadrato a fr. 0, 04; il prezzo da applicarsi a ciascun metro cubico è adunque:

$$\frac{0,04}{6} = 0,0066$$

Lo scolo delle acque in uno sterro è una spesa che si lascia a carico dell'imprenditore nei lavori ordinarj. Ma nelle opere per le strade ferrate, allorchè si tratta di sterri profondi, come sono quelli in cui si impiegano i vagoni, interessa allo Stato o alla Società che dall'appaltatore vengano eseguiti quei lavori che facilitano lo scolo delle acque sorgive, onde prevenire i movimenti che possono essere pregiudicevoli ai terreni superiori, e perciò si pagano separatamente.

È un fatto più volte constatato che la stabilità delle scarpe degli sterri e dei terreni superiori dipende sempre dal modo di intraprendere e di eseguire gli sterri medesimi.

L'esecuzione delle scarpe a misura che progrediscono gli abbassamenti contribuisce eziandio ad arrestare gli scorrimenti che si producono, se le pareti rimangono per molto tempo a picco. È un sistema di esecuzione che si deve sempre adottare, allorquando si scorgono delle sorgenti che intaccano la base delle scarpe.

Le spese relative alla manutenzione nei fossetti di scolo delle acque in uno sterro di 200 metri cubici al giorno, corrispondono alla giornata di un lavorante terrajuolo, a cui vi si retribuiscano fr. 4 al giorno, compreso il beneficio, ecc. Si ha dunque:

$$\frac{4}{200} = 0,02$$

Aumento dei trasporti colla carriuola e spesa maggiore per la goletta, nel caso della roccia. — Se ora supponiamo che cangi la natura dello sterro, e che si incontri la roccia, sarà d'uopo, perchè non risulti un ritardo nei lavori, di aumentare in proporzione della difficoltà dello scavo, il numero degli operaj che si impiegano e per conseguenza lo spazio sul quale essi lavorano, e quindi il numero dei piani e la lunghezza dei trasporti colla carriuola. Per ciò che concerne l'aumento di spazio nel caso della roccia, l'inclinazione della scarpa essendo ridotta ad $^1/_5$ ovvero ad $^1/_{10}$, lo sterro subisce una riduzione di larghezza, la quale obbliga di estendere il luogo dei lavori, e per ciò ad un aumento nella distanza dei trasporti colla carriuola di uno o due ricambj. È la maggior distanza che si possa ammettere pel carico dei vagoni.

Supponiamo qui che la produzione giornaliera resti la medesima di quella che si ha nell'abbassamento in terra; in questo caso venne osservato e calcolato che le spese di trasporto colla carriuola pel carico dei vagoni e quelle relative al vincolo delle pareti laterali della goletta, aumentano nella proporzione del prezzo dello scavo o dell'estrazione. Questa proporzione non deve essere stabilita nel caso della roccia che sulla mano d'opera, non compresa la polvere e le spese degli utensili.

Laonde se le spese di incomodo pel carico di già calcolate nel caso della terra crescono nel medesimo rapporto che il prezzo dello scavo o dell'estrazione, denominando:

t il prezzo minimo dello scavo della terra;

r il prezzo dello scavo nella roccia, ovvero di qualunque altro terreno di un valore più elevato di t;

c il prezzo minimo applicato alle maggiori difficoltà nel carico, allorquando lo scavo è in terra.

x il prezzo da applicarsi agli incomodi nel carico, allorquando il prezzo dello scavo è più forte di quello t;

Pel valore generale da applicarsi a qualunque specie di terreno noi avremo

$$x = \frac{c\,r}{t}$$

Sappiamo già che $c =$ fr. $0,0400 + 0,0066 = 0,0466$; e sostituendo per c il suo valore si avrà:

$$x = \frac{0,0466\, r}{r}$$

Tale aumento di spesa pel maggior incomodo di carico nei vagoni non può essere ammesso che a prodotto eguale, come se l'abbassamento fosse in terra. Se il prodotto è minore, si avrà evidentemente una diminuzione nel prezzo suesposto, di cui è d'uopo tener conto.

Movimento dei vagoni pel carico. — I movimenti speciali di carico nei lavori coi vagoni sono i seguenti:

Allorquando un convoglio di vagoni vuoti giunge sulle rotaje di servizio del luogo di carico, si ripartiscono tosto i vagoni sulla lunghezza di fronte al luogo ove si carica. Ciò si chiama *collocamento dei vagoni.*

Caricato che sia un convoglio, è d'uopo ripulire le guide state ricoperte od ingombrate dalle terre sparse nel carico delle casse dei vagoni. Questo pulimento serve a facilitare la partenza dei vagoni che si formano in convogli.

Venne più sopra indicato che il collocamento della doppia rotaja si eseguisce, di mano in mano che si avanzano i lavori, dagli operaj, e che questa mano d'opera fa parte delle spese speciali del carico.

Le spese giornaliere dei movimenti di carico sono:

Un cavallo col suo condottiere	F. 9, 50
Un sorvegliante, che nello stesso tempo è incaricato di curare i lavoranti terrajuoli, il quale si calcola soltanto per la metà del prezzo della sua giornata	» 2 —
Due lavoranti terrajuoli incaricati del prolungamento delle rotaje, del pulimento delle guide, dell'accoppiamento dei vagoni e dei diversi movimenti speciali	» 6 —
Un operajo al cambiamento della rotaja	» 2, 50
Spesa totale per una giornata	F. 20 —
Si aggiunge $^1/_4$ pel consumo d'attrezzi e guadagno	» 4 —
Totale	Fr. 24 —

In corrispondenza al prodotto, il prezzo delle opere speciali pel carico di un metro cubico di materie sarà:

$$\frac{24}{200} = \text{franchi } 0,120$$

Spese di scarico. — Le spese speciali e giornaliere per lo scarico consistono:

In un sorvegliante che è incaricato altresì di vegliare sul servizio dei trasporti	F.	4 —
Un cavallo col condottiere	»	9, 50
Un operajo al cambiamento di rotaja	»	2, 50
Un guarda-freno	»	3 —
Tre regolatori incaricati nello stesso tempo di prolungare le rotaje di scarico a misura che si allunga il riporto, a fr. 3 cadauno	»	9 —
Un accoppiatore di vagoni	»	3 —
Totale al giorno	F.	31 —
Si aggiunge $^1/_5$ pel guadagno ed anticipazione di denaro	»	6, 20
Sommano	F.	37, 20

In tal maniera le spese di scarico per cadaun metro cubico sono:

$$\frac{37,20}{200} = \text{franchi } 0,1860$$

Dietro il precedente dettaglio, l'ammontare delle spese speciali di carico e scarico applicate ad un metro cubico di abbassamento di terra è costituito:

1.° Dal trasporto colla carriuola per il carico	F.	0, 0400
2.° Dall'incomodo per l'aprimento della goletta	»	0, 0066
3.° Dalla manutenzione dei canali di scolo	»	0, 0200
4.° Dai movimenti speciali del carico	»	0, 1200
5.° Dalle spese speciali di scarico	»	0, 1860
Totale delle spese di carico e scarico	F.	0, 3726

Nel caso che si avesse un abbassamento nella roccia, al prezzo suesposto si aggiungerà il seguente valore:

$$\frac{0,0466\, r}{t} - 0,0466$$

Nella quale r esprime il prezzo dello scavo nella roccia e t il prezzo dello scavo nella terra.

NOTA DEL BRABANT INGEGNERE IN CAPO DEL CIRCONDARIO DELLE STRADE FERRATE DELL'EST IN FRANCIA SULLE SPESE CHE OCCORRONO PEI MOVIMENTI DI TERRA.

I trasporti coi mezzi ordinarj, la carriuola ed il carretto, ed anche coi cesti portati dai muli, non impegnano che nella calcolazione di un piccolo numero di elementi: i mezzi da impiegarsi sono semplici e di un uso generale; laonde i prezzi di trasporto ad un determinato punto, sono del tutto indipendenti dai volumi da trasportarsi e dal tempo accordato per l'esecuzione. Ne consegue da ciò che si possono stabilire facilmente delle formole le quali danno con molta esattezza il prezzo di trasporto.

Non si verifica però lo stesso eseguendo i trasporti col mezzo dei vagoni inquantochè i mezzi occorrenti sono costosi ed assai complicati, ed indipendentemente dagli elementi che abbiamo veduto funzionare cogli altri mezzi di trasporto ve ne sono altri quattro che hanno una grande influenza sul prezzo relativo, i quali sono:

1.° L'importanza dei volumi da trasportarsi.

2.° Le distanze del trasporto.

3.° Il tempo accordato per l'esecuzione.

4.° Il materiale delle rotaje di ferro, dei vagoni, e le condizioni che si hanno per procurarsi tale materiale e per alienarlo in seguito ai lavori con una perdita maggiore o minore.

Limite dei volumi. — I trasporti coi mezzi ordinarj, cioè la carriuola, il carretto, ecc., non esigono nella loro attuazione che spese di poco costo, ed un materiale che è suscettibile di essere impiegato in qualunque località e per usi diversi; da ciò ne risulta che i prezzi da applicarsi sono quasi sempre i medesimi, qualunque sia il quantitativo da trasportarsi.

Non è lo stesso pel trasporto coi vagoni sulle rotaje provvisorie, inquantochè esso obbliga a dover sostenere delle spese considerevoli di primo impianto che sono ben lungi dall'aumentare nello stesso rapporto dei volumi trasportati e per le quali non si presenta la convenienza che per le cubicità di qualche importanza. Ne consegue da ciò che tanto più i volumi da trasportarsi saranno limitati, altrettanto si eleverà il prezzo di trasporto, e per conseguenza, a meno di avere il materiale sul posto, i trasporti sulle rotaje provvisorie cessano di essere praticabili pei cubi che non raggiungono almeno i 25,000 metri cubici di terra.

Limiti di distanza. — Da un altro canto mediante il trasporto coi vagoni oltre al carico e scarico vi sono delle spese accessorie e della mano d'opera che non esistono negli altri sistemi di trasporto, e che si elevano da franchi 0,20 a franchi 0,25 al metro cubico. A questa spesa è d'uopo ag-

giungere quella dei vagoni, dei cambiamenti di rotaja, ed alcune volte degli apparati di cui si abbisogna nei luoghi di carico e scarico. Tutte queste spese essendo indipendenti dalle distanze percorse, ne consegue che per distanze limitate i trasporti coi vagoni costano assai più di quelli coi carretti. Le distanze minime variabili secondo i volumi da trasportarsi possono discendere:

Pei cubi di 100000 metri a metri 300.

E per cubi di 25000 metri a metri 500.

Casi eccezionali nei quali si discende al disotto, pei volumi da trasportarsi, e per le distanze di trasporto, dei limiti indicati. — Comunque siano le cose, accade qualche volta che i trasporti col carretto essendo impraticabili, sia in causa della natura o della posizione del terreno, sia per la stagione, si è costretti a ricorrere ai trasporti coi vagoni pei volumi e per le distanze molto al disotto di quelle che sono indicate qui sopra come minime.

Formole. — Dalla moltiplicità degli elementi che devono entrare nelle formole pei trasporti coi vagoni e dal complesso di taluno, ne consegue che esse non possono rigorosamente essere stabilite che pei casi speciali e dietro una stima preliminare delle spese di ogni specie, ed in particolare di quelle del materiale, collocamento della rotaja, depositi, ecc.

Ciò non pertanto, siccome questa specie di stime esige del tempo e delle ricerche, e sovente è necessario di poter calcolare presso a poco il prezzo dei trasporti coi vagoni nei diversi casi, così si sono date qui di seguito tre formole, nelle quali si è tenuto conto dei principali elementi che formano la base dei prezzi, nelle circostanze più comuni. Queste formole sono applicabili pei trasporti coi vagoni ordinarj dei movimenti di terra tirati sulle rotaje provvisorie dai cavalli che corrono al passo.

La formola N. 1 è del signor Duvignaud, ingegnere in capo di ponti e strade; essa venne trovata pei lavori della seconda sezione della strada ferrata d'Orleans a Bordò eseguita fra Poitiers e Libourne.

Secondo le circostanze si fanno variare le costanti in cifre. Quelle che sono qui indicate si riferiscono al taglio dei Bachées, che conteneva uno sterro del volume di 60000 metri cubici trasportati alla distanza media di 1700^{m} coi vagoni nuovi e le ruotaje provvisorie formate da spranghe di ferro di $0^{m}075$ sopra $0^{m}02$ poste in coltello sopra piccole traverse di legno dolce.

I prezzi risultanti da questa formola sono sensibilmente quelli di costo, pagati dall'imprenditore che ha eseguiti i movimenti di terra del suddetto taglio.

La seconda formola è stata applicata alla strada del Nord, pel caso in cui la maggior parte delle rotaje provvisorie era formata con guide definitive, e l'altra parte con guide provvisorie.

La terza formola è stata fatta dal Brabant nel 1847 allo scopo di calcolare approssimativamente le spese di trasporto coi vagoni pel taglio che si

doveva eseguire sulla linea da Lilla a Dunkerque. Questa formola suppone che si abbiano dei vagoni nuovi circolanti sopra rotaje provvisorie formate con materiale provvisorio, ma può applicarsi senza errore sensibile al caso in cui si faccia uso del materiale definitivo, inquantochè le spese sono pressochè eguali allorquando i volumi da trasportarsi riescono di qualche importanza.

Ciò che fa credere a molti che vi sia una gran differenza nella spesa secondo che si fa uso del materiale provvisorio, ovvero del materiale definitivo, si è che in quest' ultimo caso si tengono troppo basse le perdite di valore delle guide definitivamente impiegate nelle rotaje provvisorie, inquantochè in luogo di calcolare la diminuzione di prezzo tutta intera, non si calcola sovente che una piccola parte.

Facendo uso per l'esecuzione di un materiale provvisorio, si ha il vantaggio di poter aprire l'esercizio con un materiale nuovo, ma i trasporti si fanno meno solleciti e più difficilmente, e si è costretti di pagare tutto di seguito il deprezzamento del materiale delle rotaje provvisorie. Da una parte le spese di collocamento e di manutenzione sono meno forti, ma da un altro canto le spese di trazione e di manutenzione dei vagoni costano assai più. Facendo uso del materiale definitivo per le rotaje provvisorie si hanno delle facilità nei trasporti, e conseguentemente i mezzi di attivare i lavori. Le spese più forti di deprezzamento del materiale delle rotaje si trovano naturalmente riportate in un' epoca molto lontana, ma si è costretti di aprire l'esercizio con un materiale più o meno difettoso. Del resto questo inconveniente non è così grave come lo si potrebbe supporre pel motivo che è sempre possibile di impiegare il materiale difettoso, sia nelle stazioni, sia nelle diramazioni di poca importanza.

La scelta da farsi per le rotaje provvisorie fra le due specie di materiale dipende dalle circostanze in cui si trova.

Non insistiamo più oltre sulle differenze che possono sussistere fra il deprezzamento di un materiale definitivo e quello di un materiale provvisorio, inquantochè le grandi differenze, che si fanno troppo frequentemente, si riferiscono alle guide.

Passeremo adunque subito alle tre formole annunciate concernenti il trasporto coi vagoni di sterramento ordinarj rimorchiati dai cavalli.

(1) *Prima formola* pei movimenti di terra col mezzo dei vagoni applicata dall'ingegnere in capo Duvignaud sui tronchi di strada ferrata da Orleans a Bordò situati nei contorni di Vivonne.

Essa comprende la mano d'opera d'aggiunta pel carico e scarico, il consumo, il beneficio dell'appaltatore, la fornitura dei vagoni e delle rotaje formate da guide di ferro di metri 0,075 per metri 0,02 collocate in coltello, sopra piccole traverse di legno dolce senza cuscinetti.

Formola per le rotaje che servono per la prima volta.

$$\left\{ \left(\frac{L+8}{M} \times 900^{f}\right) + 0,^{f}25 + 0,^{f}045\ D \pm D\ I \right\}$$

Formola per le rotaje che servono per la seconda volta:

$$\left\{ \left(\frac{L+8}{M} \times 240^{f}\right) + 0,^{f}25 + 0,^{f}045 \pm D\ I \right\}$$

Nelle quali:

L rappresenta la lunghezza accumulata dello sterro e del rialzo espressa in ettometri.

M il volume dello sterro trasportato, espresso in metri.

D la distanza fra i centri di gravità degli sterri e dei rialzi espressa in chilometri.

I la pendenza.

(2) *Seconda formola* applicata alla strada del Nord pel trasporto coi vagoni, compresa la mano d'opera pel carico e scarico, il consumo ed il beneficio dell'imprenditore.

Il prezzo del trasporto col vagone sarà determinato dalla formola:

$$x = \frac{15\ D + 2000}{M}\ 0,00031\ D + 0,40\ (C)$$

nella quale D rappresenta la distanza di trasporto espressa in metri; M il cubo totale dello sterro da trasportarsi coi vagoni, e nella quale si suppone:

1.° Che la lunghezza delle rotaje provvisorie colle guide definitive sarà $3D$.

2.° Che la lunghezza delle rotaje provvisorie stabilite colle guide definitive sarà di 300 metri.

3.° Che lo sviluppo totale delle rotaje collocate, spostate o tolte per la esecuzione dei lavori, sarà $6D$.

Si terrà sul luogo una nota contestuale di queste diverse lunghezze, ed il valore delle differenze in confronto delle quantità precalcolate sarà scontato all'assuntore, sia in più sia in meno, ai prezzi indicati nelle colonne N. 7, 8 e 9.

(3) *Terza formola* fatta dal Brabant nel 1847 allo scopo di calcolare approssimativamente le spese di trasporto coi vagoni pel taglio da eseguirsi sulla linea da aprirsi da Lilla a Dunkerque.

Essa comprende la fornitura e la manutenzione del materiale, vagoni, rotaje provvisorie formate con materiale provvisorio (*), le spese di collocamento e manutenzione delle rotaje, la mano d'opera supplementare pel carico e scarico, ed in generale tutte le spese, salvo quelle di scavo e di scarico.

$$\left(\frac{D+20}{M} \times 0,^{f}50\right)\ 0,^{f}40 + 0^{f}04\ D$$

Nella quale:

D rappresenta la distanza di trasporto in ettometri.
M il volume da trasportarsi espresso in migliaja di metri.

Nella seguente Tavola *A* si troveranno le spese di trasporto calcolate secondo le formole suindicate per cubi da 25000 a 300000 metri, e per distanze da 500 a 3000 metri.

Infine, siccome può essere utile di instituire dei confronti approssimativi fra i prezzi dei diversi sistemi di trasporto, nella susseguente tavola *B* si trovano a tale riguardo i prezzi medj pei diversi sistemi di trasporto, cioè carriuole, cesti, muli, carretti e vagoni di sterramento trascinati sopra rotaje provvisorie a 12 chilometri all'ora; piatteforme rimorchiate da locomotive a 25 chilometri all'ora, e battelli di diverse grandezze.

(*) Pei volumi di una data importanza essa può applicarsi al caso in cui le rotaje provvisorie siano formate col materiale definitivo.

A. Tavola dei prezzi pel trasporto di un metro cubico di sterro o di massicciata con vagoni di sterramento ordinari trascinati da cavalli sopra rotaje provvisorie.

Distanza dei trasporti	Indicazione dei volumi e del prezzo dei trasporti: 25000	50000	75000	100000	150000	200000	300000

OSSERVAZIONI

1.° Secondo le formole del sig. Duvignaud con vagoni e rotaje provvisorie che servono per la prima volta

$$\left\{ \left(\frac{L+8}{M} + 900^{f} \right) + 0,25 \pm 0,45\, D\, I. \right\}$$

Distanza dei trasporti	25000	50000	75000	100000	150000	200000	300000
500	1, 231	0, 853	0, 727	0, 664	0, 601	0, 570	0, 538
1000	1, 636	1, 168	1, 012	0, 934	0, 856	0, 817	0, 778
1500	1, 941	1, 483	1, 297	1, 204	1, 111	1, 065	1, 018
2000	2, 446	1, 798	1, 582	1, 474	1, 366	1, 312	1, 258
2500	2, 851	2, 113	1, 867	1, 744	1, 621	1, 560	1, 498
3000	3, 256	2, 428	2, 152	2, 014	1, 876	1, 807	1, 738

Osservazioni: *M.* Volume da trasportarsi espresso in metri cubici. *D.* Distanza dei trasporti espressa in ettometri. *L.* Distanza fra le estremità degli sterri e dei rialzi espressa in ettometri. *I.* Declività.

2.° Secondo una formola impiegata alla strada del Nord con vagoni di sterramento e rotaje provvisorie formate con guide definitive in quasi tutta la distanza da percorrersi

$$\left\{ \frac{15\, D + 2000}{M} \quad 0^{f},00031\, D + 0^{f},40 \right\}$$

Distanza dei trasporti	25000	50000	75000	100000	150000	200000	300000
500	0, 935	0, 745	0, 682	0, 650	0, 618	0, 603	0, 587
1000	1, 390	1, 050	0, 937	0, 880	0, 823	0, 795	0, 677
1500	1, 845	1, 355	1, 192	1, 110	1, 028	0, 988	0, 947
2000	2, 300	1, 660	1, 447	1, 340	1, 233	1, 180	1, 127
2500	2, 755	1, 965	1, 702	1, 570	1, 438	1, 373	1, 307
3000	3, 210	2, 270	1, 957	1, 800	1, 643	1, 565	1, 487

Osservazioni: *M.* Volume espresso in metri cubici. *D.* Distanza di trasporto espressa in metri correnti.

3.° Secondo una formola del signor Brabant fatta allo scopo di calcolare i prezzi di trasporto dello sterro col vagone da eseguirsi nella trincea da Lilla a Dunkerque con vagoni nuovi e rotaje provvisorie, queste rotaje essendo supposte orizzontali ed il peso dello sterro di 1600 chilog.

$$\left(\frac{D+20}{M} \times 0^{f},50 \right) + 0^{f},40 + 0^{f},04\, D.$$

Distanza dei trasporti	25000	50000	75000	100000	150000	200000	300000
500	1, 100	0, 850	0, 767	0, 725	0, 683	0, 663	0, 642
1000	1, 400	1, 100	1, 000	0, 950	0, 900	0, 875	0, 850
1500	1, 700	1, 350	1, 233	1, 175	1, 116	1, 088	1, 058
2000	2, 000	1, 600	1, 467	1, 400	1, 333	1, 300	1, 267
2500	2, 300	1, 850	1, 700	1, 625	1, 550	1, 513	1, 475
3000	2, 600	2, 100	1, 933	1, 850	1, 766	1, 725	1, 683

Osservazioni: *M.* Volume da trasportarsi espresso in migliaja di met. *D.* Distanza dei trasporti in ettometri.

Le differenze che si notano nei prezzi dipendono da molte cause; le principali di esse sembrano le seguenti:

1.° Il modo di vedere le cose, che di rado è il medesimo nelle calcolazioni di questa specie.

2.° Le circostanze diverse in cui si è trovati sulle linee per le quali furono compilate queste formole.

B. TAVOLA DI CONFRONTO DEI PREZZI MEDJ PEL TRASPORTO SULLE ROTAJE ORIZZONTALI DI UN METRO CUBICO DI TERRA O DI MASSICCIATA STRADALE DEL PESO MEDIO DI CHILOGRAMMI 1600.

DISTANZA DEI TRASPORTI	INDICAZIONE DEI SISTEMI DI TRASPORTO — Colla carriuola	Coi cesti portati dagli uomini	Sul dorso dei muli	Coi carretti tradotti dai cavalli	Per un volume di 100000 metri trasportato sopra rotaje provvisorie con vagoni ordinarj di sterramento — Tirati da cavalli che camminano al passo	Per un volume di 100000 metri ... — Rimorchiati da locomotive alla velocità di 12 chilom. all'ora	Per un volume di 20000 metri cubici rimorchiato sopra rotaje definitive mediante locomotive colla velocità di 25 chilometri all'ora — Calcolando tutte le spese (*)	Per un volume di 20000 metri cubici ... — Non calcolando la spesa delle rotaje	Per un volume di 20000 metri cubici ... — Calcolando soltanto la spesa dei veicoli di trasporto	Sopra canali, non comprese le spese di carico e scarico e quelle di trasporto dal luogo di estrazione ai battelli e dai battelli al sito del suo impiego — In battelli grandi di 30 metri cubici	Sopra canali ... — In piccoli battelli di 2 metri cubici
Formole	0,450 *D*	0,10 + 0,25 *D*	0,20 + 0,25 *D*	0,30 + 0,12 *D*	0,50 + 0,045 *D*	0,56 + 0,036 *D*	0,45 + 0,01 *D*	0,45 + 0,005 *D*	0,20 + 0,005 *D*	0,24 + 0,004 *D*	0,08 + 0,008 *D*
10	0,045	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	0,090	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	0,135	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
40	0,180	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
50	0,225	0,225	0,325	.	.	.	.	.	.	.	.
60	0,270	0,250	0,350	.	.	.	.	.	.	.	.
70	0,315	0,275	0,375	.	.	.	.	.	.	.	.
80	0,360	0,300	0,400	.	.	.	.	.	.	.	.
90	0,405	0,325	0,425	.	.	.	.	.	.	.	.
100	0,450	0,350	0,450	0,420	0,545	0,596	0,460	0,455	0,205	0,244	0,088
120	0,540	0,400	0,500	0,444	0,554	0,603	0,462	0,456	0,206	0,245	0,090
140	0,630	0,450	0,550	0,468	0,563	0,610	0,464	0,457	0,207	0,246	0,091
160	0,720	0,500	0,600	0,492	0,572	0,618	0,466	0,458	0,208	0'246	0,093
180	0,810	0,550	0,650	0,516	0,581	0,624	0,468	0,459	0,209	0,247	0,094
200	0,900	0,600	0,700	0,540	0,590	0,632	0,470	0,460	0,210	0,248	0,096
300	.	0,850	0,950	0,660	0,635	0,668	0,480	0,465	0,215	0,252	0,104
400	.	1,100	1,200	0,780	0,680	0,704	0,490	0,470	0,220	0,256	0,112
500	.	1,350	1,450	0,900	0,725	0,740	0,500	0,475	0,225	0,260	0,120
600	.	1,600	1,700	1,020	0,770	0,776	0,510	0,480	0,230	0,264	0,128
700	.	1,850	1,950	1,140	0,815	0,812	0,520	0,485	0,235	0,268	0,136
800	.	2,100	2,200	1,260	0,860	0,848	0,530	0,490	0,240	0,272	0,144
900	.	2,350	2,450	1,380	0,905	0,884	0,540	0,495	0,245	0,276	0,152
1 000	.	2,600	2,700	1,500	0,950	0,920	0,550	0,500	0,250	0,280	0,160
1 100	.	.	.	1,620	0,995	0,956	0,560	0,505	0,255	0,284	0,168
1 200	.	.	.	1,740	1,040	0,982	0,570	0,510	0,260	0,288	0,176
1 300	.	.	.	1,860	1,085	1,028	0,580	0,515	0,265	0,292	0,184
1 400	.	.	.	1,980	1,130	1,064	0,590	0,520	0,270	0,296	0,192
1 500	.	.	.	2,100	1,175	1,100	0,600	0,525	0,275	0,300	0,200
1 600	.	.	.	2,220	1,220	1,130	0,610	0,530	0,280	0,304	0,208
1 700	.	.	.	2,340	1,265	1,172	0,620	0,535	0,285	0,308	0,216
1 800	.	.	.	2,460	1,310	1,208	0,630	0,540	0,290	0,312	0,224
1 900	.	.	.	2,580	1,350	1,244	0,640	0,545	0,295	0,316	0,232
2 000	.	.	.	2,700	1,400	1,280	0,650	0,550	0,300	0,320	0,240
2 500	.	.	.	.	1,625	1,460	0,700	0,575	0,325	0,340	0,280
3 000	.	.	.	.	1,850	1,640	0,750	0,600	0,350	0,360	0,320
4 000	.	.	.	.	.	2,000	0,850	0,650	0,400	0,400	0,400
5 000	.	.	.	.	.	2,360	0,950	0,700	0,450	0,440	0,480
10 000	.	.	.	.	.	4,160	1,450	0,950	0,700	0,640	0,880
15 000	.	.	.	.	.	5,960	1,950	1,200	0,950	0,840	1,280
20 000	.	.	.	.	.	.	2,450	1,450	1,200	1,040	1,680
25 000	.	.	.	.	.	.	2,950	1,700	1,450	1,240	2,080
50 000	.	.	.	.	.	.	5,450	2,950	2,700	2,240	4,080

(*) Rolaje di ferro, vagoni, collocamento dello sterro, scarico, ecc.

Basi adottate nelle calcolazioni della tavola comparativa B. — Per calcolare i prezzi di trasporto riportati nella tavola comparativa *B* si è supposto:

1.° che il peso delle materie da trasportarsi, sterro o massicciata, sia di chilogr. 1600 al metro cubico;

2.° che tutti i trasporti si facciano su di una strada orizzontale;

3.° che i volumi da trasportarsi coi vagoni, sopra rotaje provvisorie mediante carri di sterramento, siano di 100000 metri e sopra le rotaje definitive si abbiano vagoni a piatta-forma di 20 metri. — Quando pertanto cambiassero gli elementi, dovrebbe eziandio cambiare il prezzo.

Influenza del peso delle materie da trasportarsi. — Nel caso in cui il peso non differisca sensibilmente da quello di chilog. 1600, i prezzi riportati nelle colonne 1.ª 2.ª 3.ª 4.ª 7.ª 8.ª 9.ª 10.ª e 11.ª subirebbero degli aumenti o delle diminuzioni proporzionali ai pesi dei materiali da trasportarsi.

Pei prezzi riportati nelle colonne 5.ª e 6.ª nei quali entrano degli elementi di una grande importanza, che non variano come i pesi da trasportarsi, non si dovrà prendere che una parte delle differenze che esistono fra i pesi reali e quello di 16000 chilogrammi. Si allontanerà poco dal vero prendendo la metà.

Modificazioni risultanti dalle strade pendenti. — Si terrà conto delle salite nel seguente modo:

Pei trasporti colla carriuola, col cesto, sul dorso dei muli o col carretto, alle distanze misurate in piano, si aggiungerà un supplemento eguale a dieci volte l'altezza che esiste fra i centri di gravità degli sterri e dei rialzi;

Pei trasporti col vagone si aggiungerà 40 volte questa medesima altezza; infine pel trasporto coi battelli 1000 volte la stessa altezza, allorquando si deve superare rimorchiando la corrente. Nel caso che si ascenda, col mezzo di sostegni, si calcolerà per ciascuno da 10 a 15 minuti di tempo perduto secondo che le cadute sono più o meno alte.

Si terrà conto delle discese sottraendo dalle distanze orizzontali la metà delle quantità che vengono aggiunte per le salite.

Le riduzioni da effettuarsi non devono eseguirsi in un modo indefinito, esse vanno limitate al punto in cui la pendenza è molto forte, affinchè gli sforzi necessarj per rimontare il materiale vuoto eguaglino o comincino ad oltrepassare quelli che farebbero discendere il veicolo carico. Insomma è d'uopo calcolare poco sulle riduzioni risultanti dalle pendenze. In pratica esse non ricevono che delle tenui applicazioni.

Influenza del volume da trasportarsi. — Dalla tavola *A* si può vedere che riferibilmente ai trasporti coi vagoni di sterramento sulle rotaje provvisorie, la differenza fra i volumi da trasportarsi produrrà delle notevoli variazioni di prezzo. Tali differenze sono meno forti pei trasporti fatti coi vagoni di forma piatta sulle guide definitive, inquantochè le spese di costruzione

sono poco elevate e non vi è che da tener conto delle spese proporzionali ai volumi trasportati.

Confronto fra i prezzi della tavola B. — Affinchè siano possibili i confronti fra i prezzi del trasporto fatto coi mezzi ordinarj, la carriuola ed il carretto, e quelli eseguiti coi vagoni, è d'uopo che si tenga conto in quest'ultimo di tutte le spese del materiale e di supplemento della mano d'opera di carico e scarico. Ciò venne qui eseguito pei prezzi delle colonne N. 5, 6 e 7. Nei prezzi delle colonne 8.ª 9.ª 10.ª e 11.ª non vi è che una parte degli elementi necessarj per procedere ai trasporti. Così non si possono instituire i confronti che fra le colonne 1.ª 2.ª 3.ª 4.ª 5.ª 6.ª e 7.ª

Sarebbe superfluo di dare dei particolari sugli elementi che hanno servito a stabilire i prezzi delle quattro prime colonne, ma si crede utile di qui indicare quelli che sono entrati nel confronto dei prezzi pei trasporti col vagone. Gli elementi che concernono questi ultimi, per le colonne 5,ª 6.ª e 7.ª sono:

Materiale delle officine delle guide di ferro e dei vagoni, deprezzamento, manutenzione e collocamento in opera, ecc.;

Trasporto propriamente detto, spesa di trazione, ingrassamento dei vagoni, formazione dei convogli, movimento dei cambiamenti di rotaja e pulimento delle rotaje;

Abbassamento, ritorno al carico, aprimento della goletta e scarico.

Nella colonna N. 8 si è conteggiato tutto ciò che venne riportato più sopra mediante le colonne 5.ª 6.ª e 7.ª eccettuate le spese concernenti le rotaje, il consumo, la posizione in opera e la manutenzione.

Nella colonna N. 8 si è calcolato soltanto ciò che concerne i trasporti propriamente detti, le spese del materiale, dei veicoli impiegati nei trasporti, consumo delle locomotive e vagoni, manutenzione ed ingrassamento, spese di trazione, movimento ai cambiamenti di rotaja, pulimento delle rotaje.

Nelle colonne 10.ª e 11.ª si sono indicati i prezzi di trasporto coi battelli; ma essi non possono confrontarsi con quelli delle prime sette colonne, inquantochè non contengono nè spese di carico e scarico, nè quelle di trasporto dal luogo d'estrazione al battello e dal battello alla località ove va riposta. Queste spese, che non possono giammai discendere al disotto di quelle di scarico più di franchi 0,20, possono elevarsi in un modo indeterminato, per conseguenza non si può indicare alcuna cifra.

I prezzi di trasporto sono eziandio estremamente variabili secondo che si fa uso di battelli più o meno grandi.

Questi prezzi di trasporto propriamente detti stanno in ragione inversa dei battelli adoperati. Al contrario il tempo perduto nel carico e nello scarico è in ragione diretta della grandezza del battello.

In conseguenza di ciò si vede che i prezzi devono variare fra limiti assai estesi più di quanto possono variare le dimensioni dei battelli impiegati.

Per non moltiplicare di soverchio il numero delle colonne nella tavola comparativa, ci siamo limitati ad indicare i prezzi corrispondenti a 2 specie diverse, cioè per quelli che contengono 30 metri cubici tradotti da un solo cavallo, e per quelli della capacità di 2 metri cubi tirati da un uomo.

Analisi generale dei movimenti di terra stata adottata dalla cessata Direzione delle pubbliche costruz. pel Regno Lomb.-Ven. in Verona.

La formola generale è:

$$V = v + v^1 = \frac{P}{g}\left(\frac{2\,d}{lc} + \frac{t}{c}\right) + \frac{u}{g}\,t^1$$

Ove il primo termine v comprende la spesa di trasporto, ed il secondo termine v^1 comprende la spesa di mano d'opera per escavo, carico sui veicoli ed assettamento in deposito ed in lavoro.

I. *Trasporti.*

Chiamando:

d = la distanza variabile da percorrersi fra lo sterro ed il riporto considerata orizzontale o tradotta su di una distanza orizzontale equivalente:

l = la lunghezza che può essere percorsa dal veicolo in un'ora, equivalente:
- pel biroccio a
  - Met. 3000 per istrade non consolidate.
  - Met. 3600 per istrade sufficientemente consolidate, ma non sistem.
- per la carriuola a metri 2400

$\frac{2\,d}{l}$ = il tempo impiegato in un viaggio andata e ritorno espresso in ore; e se diciamo:

t = il tempo perduto nel carico e scarico, durante il quale rimane inoperoso il veicolo,
- che pel biroccio è = . . 0,25 ore
- e per la carriuola = . . 0,00 a motivo che il terrajuolo che la spinge non rimane mai inoperoso, mentre o lavora anche egli, o ritorna con altra carriuola già carica:

Sarà:

$\frac{2\,d}{l} + t$ = il tempo impiegato in un viaggio,

compreso il tempo perduto dal veicolo nel carico e scarico.

E detta

c = la capacità del veicolo, che è . . per la terra di qualità

	(a) Pel biroccio	(b) Per la carriuola
	M.³	M.³
I.	0, 385	0, 035
II.	0, 330	0, 030
III.	0, 330	0, 030

Sarà:

$\frac{2\,d}{l\,c} + \frac{t}{c}$ = al tempo impiegato nel trasporto, compreso il tempo perduto dal veicolo nel carico e scarico per una unità di volume di materia (un metro cubo) espresso in ore.

Chiamando poi:

P = il prezzo del noleggio per una giornata di lavoro del mezzo di trasporto, che . . . . è di . L.

(a) Pel biroccio	(b) Per la carriuola

g = la durata in ore del lavoro di un giorno medio . . . . che è = ad ore 8 :

Sarà:

$$v = \frac{P}{g}\left(\frac{2\,d}{l\,c} + \frac{t}{c}\right)$$ . . . . Il prezzo del trasporto di una unità di volume di materia, cioè di un metro cubo alla distanza d.

II. *Mano d'opera di escavo,*

carico sul veicolo ed assettamento in lavoro, od in deposito.

Chiamando:

u = La mercede giornaliera del terrajuolo che eseguisce i detti lavori . . . che si ritiene di L.

g = la durata del giorno medio di lavoro, che è, come sopra, di ore 8.

t^1 = il tempo necessario ad un terrajuolo per eseguire i detti lavori di escavo, carico sul veicolo ed assettamento in lavoro di un met. cubico di terra, } che si ritiene per la terra di qualità . . . .

	Di ore
I.ª	1, 24
II.ª	1, 49
III.ª	2, 00

Sarà:

$v' = \frac{u}{g} t'$ . . . . } Il prezzo dell'escavo, carico sul veicolo ed assettamento in opera di un metro cubo di materia, nel quale, sostituite le cifre alle lettere,

diverrà rispettivamente per la terra di qualità . . . .

I. $v' = \frac{\quad}{8} \times 1,24 =$

II. $v' = \frac{\quad}{8} \times 1,49 =$

III. $v' = \frac{\quad}{8} \times 2\ 00 =$

Onde la proposta espressione generale del movimento di terra sarà:

$$V = v + v' = \frac{P}{g}\left(\frac{2d}{lc} + \frac{t}{c}\right) + \frac{u}{g} t'$$

Nella quale sostituendo alle lettere i valori numerici, ritenuta la percorrenza sopra strade non consolidate,

si otterrà:

	a Col biroccio	b Colla carriuola
per la terra di qualità . . I.	$V=0,00 \times d +$ (1)	$V=0,00 \times d +$ (1')
» » » . II.	$V=0,00 \times d +$ (2)	$V=0,00 \times d +$ (2')
» » » . III.	$V=0,00 \times d +$ (3)	$V=0,00 \times d +$ (3')

	v = Prezzo del trasporto		v' Prezzo della mano d'opera			v = Prezzo del trasporto		v' Prezzo della mano d'opera	
(1)	$V=0,00$	$\times d +$	+	Pel biroccio	(1')	$V=0,00$	$\times d +$	+	Per la carriuola
(2)	$V=0,00$	$\times d +$	+		(2')	$V=0,00$	$\times d +$	+	
(3)	$V-0,00$	$\times d +$	+		(3')	$V=0,00$	$\times d +$	+	

Con queste espressioni si determina il limite rispettivo, sino al quale è utile l'uso della carriuola, ed oltrepassato questo limite riesce più utile l'uso del biroccio.

Questo limite è espresso come segue:

per la terra di qualità . . . . I.	$d =$	$V =$
» » » . . . . II.	$d =$	$V =$
» » » . . . . III.	$d =$	$V =$

E qui vuolsi osservare:

Che questi limiti non si impongono già all'assuntore come impacci alla di lui industria, di modo che egli non possa, se così gli torna, far uso per qualsivoglia distanza, indifferentemente dell'un mezzo o dell'altro, sia per la maggior sollecitudine nella esecuzione delle opere in relazione ai termini stabiliti in contratto, sia per la maggior facilità o difficoltà dei trasporti a seconda della diversità di giacitura del suolo, o della varia tenacità, peso o condizione igrometrica delle materie da trasportarsi.

La scelta del mezzo resta a lui liberissima e suo il profitto che da tale scelta gli può derivare, quand'anche, ferme le condizioni per l'assettamento e tutti gli altri patti contrattuali, egli riescisse, con grande economia di tempo e di spesa, ad impiegarvi dei meccanismi.

Questi limiti servono solo (ed espressamente per questo) a fissare inalterabilmente il modo preciso di apprezzare i trasporti stabilendo a priori, che in qualunque caso e con qualunque giacitura e condizione di suolo da percorrersi, e di materie da muoversi e trasportarsi, sarà usata, per patto espresso ed accettato la seconda formola (quella sub b) finchè la d, che esprime la percorrenza, non sia maggiore del limite sopra stabilito, e sarà usata la prima (quella sub a) qualora la stessa percorrenza d sia uguale o maggiore del detto limite.

STRADE DELLO STATO SARDO

Costo delle strade ferrate. — Parlando delle strade ferrate sarde non abbiamo fornito intorno alle medesime che poche cognizioni e del tutto incomplete, sia relativamente al loro costo, sia in riguardo alla rendita annua che si ottiene. Avendo ora sott'occhio il Rendiconto dell'esercizio del 1857, pubblicato a cura del R. Governo, ci facciamo un debito di estrarne le più importanti notizie su quella rete ferroviaria, limitatamente però alle strade che

furono costruite o che sono in esercizio dello Stato, mentre per quelle costrutte ed esercitate dalle Società private non si sono pubblicati i rendiconti.

Le strade dello Stato sono le seguenti, cioè:

Da Torino a Genova di	Chilom.	168
» Alessandria ad Arona	»	102
» Torino a Susa	»	53
» Torino a Pinerolo	»	38
» Mortara a Vigevano	»	13
» Genova a Voltri	»	15
	Totale Chilom.	389

La spesa sostenuta per la costruzione di queste strade, i cui lavori durarono dal 1844 al 1857 compresi, risulta la seguente, cioè:

Spese generali. — Studj, amministrazione, condotte e direzione dei lavori	ital. L.	3 284 731, 47
Corpo stradale. — Indennità dei terreni, movimenti di terra, opere d'arti, siepi, case di guardia, passaggi a livello, ec.	»	83 416 015, 96
Fabbricati e mobiliare. — Stazioni e tettoje	»	9 902 256, 64
Officine e rimesse	»	414 996, 55
Armamento. — Massicciata stradale	»	5 389 332, 05
Traverse	»	4 975 756, 58
Rotaje, cuscinetti, caviglie, ecc.	»	12 787 100, 47
Accessorj della strada. — Macchinismi diversi	»	1 773 834, 78
Telegrafo elettrico	»	1 143 012, 27
Materiale mobile o circolante. — Locomotive e tenders .	»	8 705 117, 49
Vetture e vagoni	»	7 735 254, 66
Spese fuori classe. — Casuali e sussidj	»	714 601, 64
	Totale L.	140 242 010, 56

Che darebbe per ogni chilometro di strada ragguagliatamente, italiane L. 360519. —.

Ma per trovare il vero costo delle ferrovie e la misura dell'impiego del capitale erogato, nel citato rendiconto ufficiale si sono presi in considerazione, non solo la somma come sopra spesa di mano in mano nei lavori, ma eziandio gli interessi nella ragione del 4 per 100 sulle somme effettivamente impiegate, riferendo il tutto alla fine del 1857.

Da questo calcolo è risultato che il costo effettivo delle strade ferrate, tenuto conto degli interessi semplici accumulati, è di Lire 177 184 001 —

comprese L. 681 073, 43 e relativi interessi per l'acquisto dei piroscafi che percorrono il Lago Maggiore, la cui gestione venne compresa con quella delle strade ferrate.

Dai rendiconti annui dell'Amministrazione delle spese e degli introiti lordi dei successivi esercizj, riferibilmente agli anni decorsi dal 1849 al 1856, e calcolati anche in questo caso gli interessi semplici accumulati al 4 per 100, risulta che alla fine del 1857 si ebbe l'introito netto di L. 21 954 038,43.

Se dalla prima delle accennate somme, che rappresenta la spesa effettiva per la costruzione delle strade ferrate, si deduce quanto venne ricavato sino a tutto il 1856, si avrà necessariamente l'ammontare depurato del costo delle accennate strade. — Questa somma è di L. 155 239 962, 57.

Ora dall'esercizio delle ferrovie durante il 1857 si ebbe il ricavo nitido di L. 6 015 363, 45, come vedremo qui in seguito; per cui questo reddito corrisponde all'interesse del 4 per cento circa della somma impiegata negli accennati mezzi di comunicazione, somma per vero dire assai soddisfacente, avuto riguardo alle molte opere d'arte occorse nella costruzione delle ferrovie, ed allo sviluppo non ancor compiuto del loro passaggio.

Rendite e spese. — La seguente Tavola fornisce gli introiti fatti e le spese occorse nell'esercizio delle strade ferrate dello Stato durante il 1857.

Prospetto riassuntivo dei prodotti e delle spese delle diverse linee di strade ferrate esercitate dallo Stato Sardo durante il 1857.

Indicazione delle linee e loro lunghezza		Quantità complessiva	Quantità ragguagliate per ciascun chilometro di strada	Quantità ragguagliate per ogni convoglio e chilometro	Rapporto fra il prodotto e la spesa	Numero medio giornaliero dei convogli	Numero dei veicoli per ciascun convoglio
Da Torino a Genova, di chilom. 168 . .	Prodotto	7 730 682, 96	46 015, 97	7, 84313	100 —	16, 17	11, 80
	Spesa .	3 526 582, 29	20 991, 56	3, 57787	45, 48		
	Rendita . L.	4 204 100, 67	25 024, 41	4, 26526	54, 52		
Da Alessandria ad Arona di chilometri 102 .	Prodotto	2 181 660, 61	21 394, 71	6, 89832	100 —	8, 60	11, 62
	Spesa .	1 013 108, 82	9 952, 43	3, 16161	46, 43		
	Rendita . L.	1 168 551, 79	11 442, 28	3, 64671	53, 57		
Da Torino a Susa, di chilom. 53 . . .	Prodotto	774 479, 93	14 612, 79	4, 98221	100 —	8, 03	10, 71
	Spesa .	453 463, 75	8 555, 92	2, 91712	58, 55		
	Rendita . L	321 016, 18	6 056, 87	2, 06509	41, 45		
Da Torino a Pinerolo di chilom. 38 . .	Prodotto	464 577, 20	12 225, 45	4, 92178	100 —	6, 81	10, 17
	Spesa .	266 469, 16	7 012, 34	2, 82299	57, 35		
	Rendita . L.	198 108, 04	5 213, 11	2, 09879	42, 65		
Da Mortara a Vigevano di chilom. 13 . .	Prodotto	144 971, 47	11 151, 65	3, 84142	100 —	7, 95	6, 66
	Spesa .	100 868, 45	7 759, 11	2, 67279	69, 57		
	Rendita . L.	44 103, 02	3 392, 54	1, 16863	30, 43		
Linea di Voltri, di chilometri 15	Prodotto	311 876, 87	20 791, 79	4, 84310	100 —	11, 75	8, 49
	Spesa .	174 068, 94	11 604, 59	2, 70310	55, 84		
	Rendita . L.	137 807, 93	9 187, 20	2, 14000	44, 16		
Riassunto generale di tutte le linee.							
	Prodotto .	11 608 249, 04	29 841, 25	7, 12164	100 —	11, 38	11, 16
	Spesa . .	5 592 885, 59	14 377, 88	3, 37431	48, 18		
	Rendita . L	6 015 363, 45	15 463, 37	3, 74733	51, 82		

Se si prende in esame questa tavola, si scorge che il prodotto massimo si ha dalla linea da Torino a Genova, che è di L. 25024.41 al chilometro in ragguaglio, mentre quella che ha dato il minor ricavo è la strada da Mortara a Vigevano, da cui non si ottennero che L. 3392. 54 al chilometro (*). Il ricavo medio poi da tutte le strade fu di L. 15463. 37 al chilometro, cifra per vero dire assai soddisfacente e che supera di gran lunga quella conseguita dalla rete del Lombardo-Veneto, che non fu che di L. 11 610 — al chilometro ragguagliatamente (pag. 431 del volume I).

Il ricavo lordo dalle accennate strade è conflato dalle seguenti cifre, cioè:

Pel trasporto dei viaggiatori e militari		L.	5 406 866, 88
Pel trasporto delle merci	a grande velocità	»	887 881, 78
	a piccola velocità	»	5 043 926, 08
Introiti diversi		»	269 574, 30
	Ritornano le indicate	L.	11 608 249, 04

Sopra L. 100 di prodotto il rapporto fra i diversi rami è adunque:

Pei viaggiatori (**)	L.	46, 58
Pei bagagli, messaggerie e vetture	»	7, 06
Pei bestiami e le grosse merci	»	44, 03
Per introiti diversi	»	2, 33
Totale	L.	100, 00

L'utile netto per ogni viaggiatore e per ogni chilometro di strada fu di L. 0, 03201; quello per ogni tonnellata di merci a grande velocità L. 0,22709, ed a piccola velocità L. 0, 06009, —. Ad eccezione di queste produzioni tutti gli altri trasporti riuscirono passivi allo Stato.

(*) Quantunque le corse dei convogli siano limitate a quattro giornaliere, due delle quali di andata e le altre di ritorno, non si hanno ragguagliatamente che N. 27 viaggiatori per ogni treno. Questa strada adunque per le attuali sue condizioni è del tutto passiva, motivo per cui le *azioni* di essa, che vennero emesse al prezzo di L. 500, non costavano che L. 200 al 1.° marzo 1858. Nel caso che questa strada venisse prolungata sino a Milano, come si ha il pensiero onde così ottenere una più diretta comunicazione tra quest'ultima città e Genova, la strada medesima prenderebbe nuova vita, sia nel movimento dei viaggiatori che in quello delle merci.

(**) Prendendo in esame le rendite di molte strade ferrate emerge che il massimo prodotto si ha dal trasporto delle merci, non figurando che in una misura limitata il ricavo dai viaggiatori. Infatti dalla strada d'Orleans in Francia, sopra 53 milioni d'introito annuo, soltanto 13 milioni si hanno dai viaggiatori; e sulla strada del Nord, che dà annualmente 48 milioni, il trasporto dei viaggiatori non rende che 17 milioni. In complesso quindi su queste due reti di ferrovie i viaggiatori danno circa $1/3$ della rendita complessiva delle strade. Non ha luogo lo stesso per le strade piemontesi, mentre, come abbiamo più sopra indicato, il ricavo dei viaggiatori è quasi il 50 per cento della rendita totale.

Passando dalla produzione alle spese di esercizio si hanno i seguenti dati:

Per amministrazione generale	L.	80 225, 21
Per la manutenzione delle rotaje e delle stazioni . . .	»	1 419 997, 41
Per gli ufficj e trasporti	»	1 084 823, 03
Per la locomozione	»	1 937 316, 77
Per la manutenzione del materiale mobile	»	986 275, 28
Pel telegrafo	»	84 247, 89
Totale delle spese d'esercizio	L.	5 592 885, 59

Notizie statistiche. — La percorrenza media di ciascun viaggiatore durante l'anno fu di chilometri 30; quella delle merci a piccola velocità per ogni tonnellata fu di 64 chilometri.

I chilometri percorsi dalle locomotive sommano a 2 020 703, da cui dedotti quelli per la riparazione delle strade e pei servizj speciali, restano pel servizio dei convogli a grande ed a piccola velocità chilom. 1 935 682.

Il numero dei convogli fu di 42 911 colla percorrenza media per ciascuno di chilom. 39, 47.

Per l'alimentazione della locomotive si sono consumati di coke chilogrammi 18 454 606, che corrispondono a chilogrammi 9, 132 per ogni chilometro. — Il consumo del coke speciale al piano inclinato de' Giovi fu di chilogrammi 13, 462 per ogni chilometro percorso, e di chilogrammi 12, 300 per quello di Villafranca. Il motivo di questa tenue differenza di consumo fra le accennate due strade dipende dalla diversa composizione dei convogli. Sul piano inclinato dei Giovi i veicoli di un treno sono N. 6, per un medio; su quello di Villafranca, i convogli hanno un numero maggiore del doppio di carrozze.

Nell' accensione delle locomotive si impiegarono chilogrammi 886 660 di legname, il che corrisponde ad ogni chilometro percorso a chilogr. 0, 439.

La spesa per riparare le locomotive ascende a L. 554 416, 09, e sopra L. 100 di spese ve ne hanno L. 54, 36 per la materie, e L. 45, 64 per la mano d'opera.

Il convoglio medio a grande velocità è costituito da N. 8, 706 tra carrozze e carri, ed il convoglio a piccola velocità da carri N, 16, 178.

Particolari di costruzione intorno ad alcune Gallerie aperte lungo le strade ferrate francesi

dal 1837 *al* 1853, *coll' indicazione della spesa erogata in ciascuna di esse.*

Avvertenze. — In generale le gallerie sono larghe fra i piedritti met. 7, 40, prese a livello delle guide. — L'altezza massima dell' intrados superiormente alle stesse guide è di metri 5, 50.

Galleria dell'Armentières. — Questa galleria attraversa un terreno calcareo, compatto, misto di marna e di sabbia, coperto da una marna mescolata con uno strato calcareo di silice e di *gres*. Ha la lunghezza di metri 656 — ed è tutta rivestita di muratura in ragione di metri cubici 27, 52 al metro corrente. Bastò un sol pozzo per la sua esecuzione. Si é cominciato a costruire la volta e successivamente i piedritti. I lavori si sono eseguiti in via economica e durarono 35 mesi. Essa costò Fr. 1 038 579, ossia Fr. 1583 al metro corrente.

Galleria Chézy-l'Abbaye. — Un quarto della lunghezza della galleria è interamente nell'argilla plastica, ed il resto in una sabbia finissima; la sommità della volta è dovunque nell'argilla, ed alquanto al disotto vi è una massa di sabbia. — È lunga in totale metri 452, 80, ed è formata interamente da muratura tanto nella volta quanto nei piedritti in ragione di metri cubici 40, 30 al metro lineare. Nel costruirla si fecero prima i piedritti, poi la volta. Lo scavo riuscì difficile, ed esigeva delle grandi precauzioni. — Molte volte lo strato d'argilla sovrastante si è rotto, in conseguenza di che il luogo dei lavori veniva invaso da una fanghiglia liquida. Le fondazioni si dovettero spingere sotto l'argilla, in alcuni luoghi alla profondità di metri 4,25. — I lavori durarono 32 mesi. — Essa costò franchi 1 034 923, ossia franchi 2285 al metro corrente.

Galleria di Foug. — Attraversa una marna oxfordiana, omogenea e compatta, che si può estrarre colla mina, ma all'aria si sfoglia. Ha la lunghezza di metri 1121, 97. Per la sua costruzione si dovettero praticare due pozzi profondi in complesso 66, 17. È rivestita interamente con muratura, in ragione di metri cubici 23, 55 al metro lineare. Venne dapprima eseguita la volta, in seguito i piedritti. La vena d'acqua nei pozzi è stata limitata, per cui non impegnò che in una spesa tenue; ma nella galleria si incontrarono delle sorgenti tali, le cui acque bastarono per animare un molino da macina. I lavori si eseguirono mediante un contratto d'appalto ad un tanto al metro corrente della galleria, salvo l'aumento o la diminuzione del prezzo, dipendentemente dalle variazioni che si potessero introdurre nella muratura ecc. Questo contratto si trovò in generale favorevole all'imprenditore. Il suo costo fu di fr. 1 566 824, ossia fr. 1 396 al metro corrente in ragguaglio.

Galleria d'Arschwiller. — Questa galleria è contigua a quella del canale dalla Marna al Reno; essa passa sotto questo canale dopo di essersi conservata alla distanza da 14 a 15 metri, misurata fra gli assi nella parte sotterranea. I pozzi e la galleria centrale del tunnel del canale sono stati utilizzati pei lavori della galleria della strada ferrata, ove si è raggiunto il luogo mediante quattordici gallerie trasversali. La ventilazione si ottenne con apparati a forza centrifuga. Dapprima venne costrutta la volta; l'intrados è una porzione d'arco di cerchio, combinato in maniera da lasciare la maggior altezza pos-

sibile ai piedritti nella roccia naturale. I lavori si sono eseguiti interamente per economia, e durarono 7 anni e 9 mesi. Questa galleria è lunga met. 2678 ed attraversa una roccia viva di gres variato, ed in una piccola quantità della terra sabbioniccia. — La volta venne costrutta per intero in muratura ed in piedritti nella sola superficie di metri quadrati 5678. Vi abbisognarono N. 6 pozzi dell'altezza complessiva di metri 271, 34. Il costo della galleria fu di franchi 2 584 742, il che corrisponde a franchi 965, 08 al metro corrente.

Galleria d'Hoffmühl. — L'asse di questa galleria è in curva di metri 800 di raggio. Essa attraversa il gres vogese diviso in grossi massi da numerose fenditure; in conseguenza di ciò nella sua costruzione si dovettero usare molte precauzioni onde impedire gli scoscendimenti. È lunga met. 247, 45, ed è coperta interamente da volta in muratura; ha i piedritti pure in muratura, limitatamente alla superficie di metri quadrati 875. I lavori durarono quattro anni. — Il suo costo fu di franchi 284 017, corrispondente a franchi 1 147 al metro corrente.

Galleria di Lutzelbourg. — Attraversa un gres vogese assai compatto. Il suo tracciamento per metà è curvilineo col raggio di 800 metri, ed il resto in linea retta. La lunghezza complessiva è di metri 439, 25. Essa è coperta interamente da volta in muratura con piedritti in ragione di met. cub. 17, 64 al metro corrente. La durata dei lavori fu di 4 anni e 4 mesi, ed essi importarono la spesa di franchi 395 745, corrispondenti a franchi 900 al metro corrente.

Galleria di Rilly. — È la galleria più lunga che esista sul territorio francese, essendo di metri 3 450. — Essa attraversa un terreno cretoso compatto e delle sabbie acquifere ad alcuni metri al disopra dell'estrados in vicinanza alla testa di Reims. — I lavori preparatorj si sono eseguiti nella via economica praticando delle strade di servizio su di uno sviluppo di oltre 7 chilometri. Successivamente le opere si eseguirono mediante due appalti. — Si effettuarono 11 pozzi, due dei quali però si sono abbandonati prima di essere compiuti. Ciascun pozzo si componeva di due compartimenti di $2^m \times 2^m$. Nelle sabbie acquifere il tino era in ghisa. L'altezza complessiva dei pozzi fu di 697^m 84. Le acque della galleria e dei pozzi si sono smaltite mediante una piccola galleria di scolo senza il bisogno di alcun altro lavoro d'asciugamento. Tutta la galleria è rivestita da muratura in ragione di metri cubici 11,02 al metro corrente; essendosi fatta primieramente la volta, indi i piedritti. — Le opere costarono complessivamente franchi 2 493 761, ossia franchi 722 al metro corrente; esse durarono 3 anni e 4 mesi.

Galleria a S. Cloud. — Attraversa un suolo marnoso e calcare in tutta la sua lunghezza di metri 504, 00. — Per la formazione di questa galleria fu d'uopo praticare N. 10 pozzi della profondità complessiva di 272, 44; sol-

tanto in uno di questi pozzi si ebbero delle sorgenti considerevoli. Essa costò franchi 1 098 720, il che corrisponde a franchi 2 180 al metro corrente. I lavori durarono 15 mesi. Venne costruita prima la volta, indi i piedritti. — La muratura riveste tutta la galleria, meno una superficie di 850 metri.

Galleria di Belleville. — Ha la lunghezza di metri 1 125 ed attraversa un terreno misto d'argilla e marna con massi di solfato di calce (gesso). Per la costruzione di questa galleria vi occorsero 7 pozzi della profondità complessiva di 221^{m}50. Gli stessi pozzi però si sono tosto abbandonati dopochè venne aperta la piccola galleria in tutta la lunghezza. — Le acque sorgive si poterono far scolare senza alcun lavoro particolare, dirigendole soltanto nelle cavità e nelle fenditure delle masse gessose. È rivestita interamente da muratura in ragione di metri cubici 19, 12 al metro corrente. Il suo costo fu di fr. 1 196 388, ossia franchi 1 063 al metro corrente. I lavori durarono 22 mesi.

FINE DEL VOLUME II.

INDICE DELLE MATERIE

CONTENUTE NEL SECONDO VOLUME

NOTE ED APPENDICI

NUOVA BIBLIOTECA DELL' INGEGNERE CIVILE

pubblicata dai Tip.-Libraj

DOMENICO SALVI E COMPAGNO

IN MILANO

(*NB. Queste Opere si vendono anche separatamente.*)

Vol. I. Raccolta di Tavole e Formole ad uso degli Ingegneri, di Antonio Cantalupi. Un volume di 500 pagine in-8° grande. aL. 14.

» II. Resistenza dei Materiali impiegati nelle Costruzioni. Lezioni di Meccanica Pratica di Arturo Morin, Generale d' Artiglieria, membro dell' Istituto di Francia, ecc. Prima versione italiana dell' Ingegnere Antonio Cantalupi. Un volume di 400 pagine in-8° grande con 6 tavole in rame. aL. 10.

» III. Manuale Pratico di Geometria ad uso degl' Industriali, per facilitare ogni specie di disegno, di Fortunato Lodi, Architetto onorario di Sua Maestà Fed., prof. di Arch. ed Ornato nell' Accad. Carrara in Bergamo, ecc. Un volume in-8° grande corredato di 230 intagli intercalati nel testo. aL. 5.

» IV. Storia dell' Architettura in Europa, cominciando dalla sua origine fino al secolo XVII, rettificata in corrispondenza alla Storia della Civiltà dei Popoli, ed alla naturale progressione delle idee, dell' Architetto Francesco Taccani. Un volume in-8° gr.aL. 7. 50.

» V. La Scienza e la Pratica per la Stima delle Proprietà Stabili di Antonio Cantalupi, Ingegn. delle Pubbliche Costruzioni di Lombardia. Un grosso vol. in-8° gr., corredato di circa 60 incisioni. aL. 16.

» VI. Nozioni su le Consegne, Riconsegne e Bilanci, secondo i metodi adottati in Lombardia, Opera che fa seguito alle *Stime delle Proprietà Stabili,* di Ant. Cantalupi, Ingegnere delle Pubbliche Costruzioni. aL. 6.

» VII. Studj Pratici per disegnare le Ombre nei disegni geometrici di Architettura, di Fortunato Lodi, Architetto onorario di Sua Maestà Fed., prof. di Arch. e Ornato nell' Accademia Carrara in Bergamo, ecc. Con incisioni intercalate nel testo. aL. 2.

» VIII. e IX. Le Strade ferrate considerate nei rapporti tecnici, amministrativi e commerciali; lavoro dell' Ing. Antonio Cantalupi, compilato sulle Opere di Biot, Polonceau, Perdonnés Michel, Chevalier, Séguin, Minard, Coupray, Teisserenc, Brees, Journal des chemins de fer, ecc. - Vol. 2 in-8.° grande di complessive 1210, con oltre 300 figure intercalate nel testo, tavola in litografia, ed una Gran Carta Geografica delle Strade ferrate d' Europa. aL. 30.

« X. Norme pratiche per ben costruire ed applicare i parafulmini, per cura dell' ingegnere-meccanico Carlo Dell' Acqua. Con tavola in litogr. Prezzo aL. 2.

* **Cantalupi.** La Scienza e la Pratica per la stima delle Proprietà Stabili. Quest'opera è corredata di circa 60 incisioni intercalate nel testo. Un grosso volume in-8 . . . . L. 16 —
* — Nozioni su le consegne, riconsegne e bilanci secondo i metodi adottati in Lombardia, opera che fa seguito alla *Stima delle Proprietà Stabili* . . . . » 6 —
* — Manuale delle Leggi, Regolamenti e Discipline relativi alla professione dell' Ingegnere civile, con Appendice; vol. 3 . . . . » 21 —
* Carta Geografica delle Strade Ferrate d'Europa. — Un gran foglio, 1859. . . . . » 3 —

Calvo L. Istruzione popolare intorno al sistema metrico decimale dei pesi e delle misure. Torino 1847 . . . . » 1 18

Callegari Pietro. Saggio di ricerche sulla Poligonometria analitica. Imola 1839 . . . » 5 —

Cattaneo. Il Caseificio, o la fabbricazione de' formaggi. Milano 1837 . . . . » 4 50

Crud. Economia teorica e pratica d'agricoltura. Venezia 1842 . . . . » 15 —

Cavalieri San Bertolo. Istituzioni di architettura, statica ed idraulica. Mantova 1855, vol. 2 in-4 con tavole. . . . . » 45 —

Clementini. Manuale di meccanica teorico-pratica ad uso degli artisti, professionisti e proprietarj. Mantova 1854 . . . . » 3 —

— Manuale di Architettura civile ad uso degli artisti, professionisti e periti. Mant. 1854 » 5 —

— Manuale di Aritmetica, con quattro tavole sui pesi e sulle monete. Mantova 1855 . » 3 —

Crivelli Balsamo. Istruzione popolare per allevare i bachi da seta. Milano 1856. . . » 3 —

Da Camin. Tavole de' logaritmi. Milano 1854. . . . . » 1 50

— L'uso dei logaritmi. Milano 1854 . . . . » 2 50

* **Dall'Acqua** C. Norme pratiche per ben costruire ed applicare i parafulmini. Milano 1859. » 2 —

Diedo e **Zanotto.** I fasti della Veneta repubblica rappresentati in novanta Monumenti cospicui di Venezia. Milano 1839, un vol. in foglio . . . . » 30 —

Dizionario del Bigattiere. Torino 1838 . . . . » 2 —

Gaudry Jules. Traité elementaire et pratique de la direction, de l'intretien et de l'instalation des Machines a vapeur, etc. Paris 1857, vol. 2 in-8, avec figures . . . . . » 28 —

Geografia a colpo d'occhio. Tavole 14 in litogr. e 2 di testo . . . . » 8 —

Giordani. Ricordi per l'ingegnere civile. Mantova 1842 . . . . » 9 —

Giornale dell' Ingegnere-Architetto ed Agronomo. Anno 1 a 6 (Continua l'associazione): ogni anno, compresi due Grandi Progetti di Architettura. . . . . » 24 —

Hope Tomaso. Storia dell'Architettura. Milano 1841. Un vol. in-8 fig. . . . . . . » 14 —

Hoffstadt Fed. Principj dello stile gotico; volgarizz. dal cav. Fr. Lazzari. Un vol. in fog. con tav. Venezia 1853. . . . . » 48 —

* I torrenti delle Alpi ed i mezzi diretti alla loro difesa. Con tav. in litogr. Milano 1859. » 2 —

Joulienne. Industria artistica o raccolta di composizioni e decorazioni ornamentali, cioè suppellettili, tappezzerie, ornamenti, ecc. . . . . »200 —

Jacini S. La proprietà fondiaria e le popolazioni agricole in Lombardia. Milano 2.ª ediz. » 2 —

Legnazzi L. Applicazione dell'elettricità alla macchina Jacquard. Milano 1855. . . . » — 50

Legendre. Elementi di geometria, trad. da G. Galli. Livorno 1853 . . . . » 3 50

Lesseps. Apertura e canalizzazione dell' istmo di Suez. Torino 1858, con tav. . . . » 10 —

Litrow. Astronomia di A. Bernardi. Bologna 1839, volumi 2. . . . . » 7 —

* **Lodi.** Manuale Pratico di Geometria ad uso degli industriali, e per facilitare ogni specie di disegno. Un volume in-8 grande corredato di 230 intagli intercalati nel testo . . » 5 —
* — Studj pratici per disegnare le Ombre nei disegni geometrici d'architettura. Un fasc. in-8 con incisioni intercalate . . . . » 2 —

Magistretti B. Architettura civile (Lezioni elementari) Vol. 2 in uno . . . . » 16 —

Magni. Coltura delle Api. Torino, 1856 . . . . » 3 50

Majocchi G. A. Erudimenti di meccanica. Torino 1854, 5.ª ediz. . . . . » 4 —

Malvezzi don Luigi. Alcune opere edilizie in Milano. Milano 1857 . . . . » 1 —

Manuale dell'accurato agricoltore per Campi, Orti e Giardini, con tavole. Milano 1858. » 3 —

Manuale di Fognatura o Drenaggio, di A. Cherasco. Torino 1856 . . . . » 1 75

Manzi. Erezione di un Cascinale in Poasco. Milano 1855 . . . . » — 75

Medici Fil. Delle stima dei fondi rustici (Lezioni dell'ingegnere). Reggio 1854 . . . . » 9 —

Merlini. Costruzione dei tetti degli Edificj. Milano 1842 . . . . ªL. 2 50
Milizia Fr. Principj di architettura civile, 3.ª ediz. con tavole. Milano 1852. . . . . » 23 60
Mugna Pietro. Manuale della Storia dell'Arte. Milano 1858. . . . . » 12 —
* **Morin**. Resistenza dei materiali impiegati nelle costruzioni. Lezioni di Meccanica. Prima versione italiana di Antonio Cantalupi. Un grosso volume in-8 gr. con 6 tav. in rame » 10 —
Morin. Prontuario di meccanica pratica ad uso degli ingegneri, con note di G. Arrivabene. Seconda edizione. Mantova 1852 . . . . » 14 —
Nicoletti. Manuale dei ponti e strade. Venezia 1849, vol. 2 in-8 con tav. . . . . . » 28 50
Nozione di Drenaggio di C. Borella ed E. Camusso ingegneri di Torino. Milano 1857 . » 4 —
Parrochetti Angelo. Esperimenti sulla portata dei moduli d'acqua e dello stramazzo, con prontuarj e due tavole in rame . . . . » 6 —
Parrochetti. Manuale di meccanica pratica per l'ingegnere civile . . . . » 7 —
Pechmann. L'arte di reggere i fiumi, un volume in-8, con tav. Venezia 1846 . . . » 70 —
Pegoretti. Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici stradali, idraulici e di fortificazione, vol. 2 in-4 . . . . » 27 —
Percier e **Fontaine**. Raccolta di decorazioni interne, con aggiunte, un vol. in fog. Venezia » 82 —
Ponti. Telegrafia elettrica. Un vol. con tav. e fig. nel testo. Milano 1854 . . . . . . » 8 —
* **Pareto**. Irrigazione e Bonificazione dei terreni. Trattato dell'impiego delle acque. Traduz. di A. Parrochetti. Un vol. in-8 gr. con 58 tav. . . . . » 34 —
Pagliani Camillo Ingegnere. Algebra Elementare in 12 lezioni. Reggio 1858 . . . . » 4 —
* **Ponza** Luigi. Prontuario di Stima ad uso degli ingegneri e arch. Torino 1852. . . » 37 —
Quatremère. Dizionario storico d'architettura. Mantova 1850, vol. 2 in-4 . . . . . » 83 —
Quarenghi Giac. Fabbriche e Disegni. Vol. 2 in foglio con tavole. Mantova 1846 . . » 118 —
Richiardi G. Conti fatti per le misure e per i pesi del sistema metrico. Torino 1846 » — 75
— Saggio sul sistema metrico relativo ai pesi ed alle misure in vigore nel Piemonte dall'anno 1850. Torino 1846 . . . . » 3 —
Roret. Ponts et chaussées. Part première: Routes et chemins. — Partie sec. Ponts, aqueducs, etc. Parigi 1852-57 . . . . » 10 —
Sabini Caterino. Stime dei fondi. Milano 1838 . . . . » 4 —
— Trattato sui boschi. Milano 1844 . . . . » 3 —
Sganzin. Corso completo di pubbliche costruzioni, trad. dell'Ing. Nicoletti. Vol. 3 in fog. con molte tavole . . . . » 261 —
Strada. Mobile bigattiera. Milano 1841 . . . . » 3 —
— Riforma della bigattiera. Milano 1840 . . . . » 1 50
— Regolamento per ben allevare i bachi da seta conforme ai più recenti ed esperimentati metodi, e basato sopra un'oncia di semente; un gr. foglio con fig. in nero ªL. 1; colorate » 1 50
* **Selmi** Antonio. Elementi di chimica generale ed analitica per servire d'introduzione allo studio dell' Agricoltura. Piacenza 1856 . . . . » 4 50
* **Taccani**. Storia dell'Architettura in Europa cominciando dalla sua origine fino al secolo XVII, rettificata in corrispondenza alla storia della civiltà dei popoli ed alla naturale progressione delle idee. Un volume in-8 grande . . . . » 7 50
* — Fr. Geometria descrittiva. Milano, vol. 2 in-4 con tav. . . . . » 10 —
— Prospettiva delle scene teatrali. Milano 1825, vol. 2 con tavole . . . . » 12 —
* **Tesini**. Descrizione del Telegrafo elettrico . . . . » — 75
Tatti Luigi Ing. Archit. Bagni e lavatoj pubblici proposti per la classe operaja. . . . . » 1 25
Tucci. Misura delle vôlte rette ed oblique, con note ed aggiunte dell'Ing. Cadolini . » 12 —
Vitruvio. Architettura, traduz. di Q. Viviani, con note di V. Tuzzi. Udine 1832, vol. 11 » 73 —
— Dell'Architettura, libri dieci trad. e comment. da B. Galiani. Un vol. in-4 con tav. . » 36 —
Viry. Il proprietario architetto, un vol. in-4 con tavole. Venezia . . . . » 36 —
Zanetti. Studj Architettonici ornamentali. Venezia 1843; testo e tavole in foglio . . . » 165 —